昭和26年9月4日 第三種郵便物認可　平成12年7月10日発行（毎月1回10日発行）　通巻700号　ISSN 0388-8606

本誌は再生紙を
使用しています

林業技術

〈論壇〉**山村振興と林業** ―21世紀を山村の世紀に／能勢誠夫

〈特集〉**20世紀の森林・林業 Ⅵ 伐木・集運材**

●第46回林業技術賞業績紹介／第11回学生林業技術研究論文コンテスト要旨

2000 7 No. 700

日本林業技術協会

林業技術 ●目次● 7. 2000 No.700
RINGYO GIJUTSU
700 増大号

〈表紙写真〉 林鉄用国産蒸機・雨宮21号（丸瀬布森林公園いこいの森。1990年，編集部撮影）
丸瀬布の林鉄で活躍した同機（雨宮製作所）は，町民主導の保存運動に支えられ，今も森林公園内を走っている。軌間762㎜，全長5m，全高3m，全幅2m，機関車重量11t，軸配置C，動輪直径61cm（中間動輪のフランジなし），設計使用圧力12.5kg/㎠，右運転台。林鉄での実働は昭和3～33年。赤い客車は木曽の林鉄で使用されていたもので，「滝→下本流」「濁川事業所行」のサボもそのままだ。貴重な動態保存車両群といえるだろう。問合せ：丸瀬布町役場☎01584-7-2211

論壇

山村振興と林業
―21世紀を山村の世紀に―

能勢誠夫（のせ しげお）
北の森21運動の会
会　長

1926年北海道生まれ。北海道大学農学部卒業。52年林野庁に入り，林野庁造林課長，秋田県林務部長，帯広営林支局長，北海道営林局長を経て83年退官。北海道木材協会副会長，北海道森林技術センター理事長を経て，現在，北の森21運動の会会長。

●はじめに

私は，1952年当時の札幌営林局に奉職し，以後現在まで，ほぼ半世紀にわたり，林業，林産業にかかわってきました。この間，わが国の経済，社会の移り変わりは，まさに激動と言うにふさわしい激しいものでした。想像を絶する急激な円高，そして賃金の高騰，輸出奨励から輸入奨励時代へ，世界第二の経済大国と浮かれたのもつかの間，バブル経済の崩壊後，一転して先の見えない不況へと，経済の変動はめまぐるしいものでした。

戦前，国民の80％が農山村，田舎暮らしでしたが，現在は都会暮らしが80％といいます。この激しい人口移動で過密となった都市は，いろいろな公害の多発など環境の悪化が社会問題となっています。このような，経済，社会の激動が林業，林産業の動向に影響を及ぼしたのは当然です。経営環境の厳しさによる林業生産活動の低迷，安価な外材製品輸入の増加による山元林産業の不振などにより，山村地域の過疎化は深刻で，このままでは山村が崩壊し，森林の荒廃が進むことが懸念されています。

このような現状にかんがみ，私は「山村振興と林業」をテーマとして，20世紀を省りみるとともに，21世紀におけるそのあり方について若干論じてみたいと思います。

●戦前の山村と林業

私の生まれ育った北海道の戦前の山村と林業のかかわりは，開拓の歴史でもあります。北海道で林業が本格化したのは20世紀に入ってからです。優れた道材製品の輸移出がしだいに増加し，全道各地に近代的製材工場，製紙工場が操業を始め，原木需要が急増，伐木造材事業が盛んに行われるようになりました。1900年の伐採量150万m³

に対し，1920年には675万m³と急増しています[1)]。この間，開拓に苦労していた入植農業者は，伐木事業従事による賃金収入や開拓予定地上木の売却収入などにより生活が安定し，開拓を円滑に進めることができたのです。

1900年農地面積24万haに対し，1920年84万haで開拓が飛躍的に進みました[2)]。戦前，北海道の伐木事業は冬季に行われ，農閑期の労働力，農耕馬は伐木事業の貴重な戦力でした。一方，農業者にとっても，賃金収入が農業経営の安定拡大に役立ち，農業と林業はいわば持ちつ持たれつの関係にありました。

本州では，吉野，北山，天竜など古くからスギ，ヒノキの植林が行われてきた林業地では人工林を基盤とした林業生産が活発に行われていましたが，多くの山村では木炭生産が地域経済を支える基幹産業でした。戦前の家庭燃料の主役木炭の生産量は，本州で年約180万t，15kg俵（4貫）で1億2千万俵という膨大なもので，木炭による収入が山村の人々の暮らしを支えたのです。

また，山村の農業は，落葉，山草の採取，家畜の林内放牧などを通じ，森林と密接なかかわりがありました。山村では森林を核として，農，畜，林業が混然一体となって農家経営を支えていたといえるのではないでしょうか。

そのほか，20世紀初頭から国の長期にわたる造林投資として実施された特別経営事業・官行造林事業は，荒廃地を緑化した大事業でしたが，同時に地域住民の雇用を通じて山村地域の振興に果たした役割も大きいものがあったと思います。

1)北海道山林史．北海道 1953年．

2)北海道農地改革史（下巻），北海道 1957年．

●拡大造林と山村

戦後の林業では，1961年から75年にかけて行われた「拡大造林」が果たした役割が重要です。この15年間の拡大造林は，410万haで，わが国人工林面積1,040万haの主要な部分を占めています。

戦後の一時期まで，農山村には薪炭林が広く分布し，また農耕馬のための採草地も多く見られました。しかし，エネルギー革命，農業近代化により，木炭の需要，農耕馬の頭数が急減しました。1955年と70年とを対比しますと，木炭生産量は209万tから18万tに，農耕馬は93万頭から14万頭と1割前後に急減しています[3)]。かくして，役割を果たした薪炭林，採草地に植林が行われ拡大造林が進んだのです。福島県奥久慈地域，高知県嶺北地域，宮崎県耳川地域を視察する機会がありました。いずれの地域も民有林の人工林率は70％前後で間伐材生産の盛んな新興林業地域ですが，エネルギー革命前は，県下有数の木炭生産地帯だったと聞きました。

3)農林水産省100年史（別巻），農林水産省100年史刊行会 1981年．

北海道では，1954年の洞爺丸台風による大風害の跡地復旧を契機に，皆伐人工更新「拡大造林」がそれまでの択伐天然更新に代わって1970年代後半まで森林施業の主役となり，盛んに植林が行われました。その結果，1960年46万haだった人工林面積は現在150万haとなっています。

いずれにしろ，この時期山村は，「拡大造林」による国民有林の活発な造林投資，経済高度成長による旺盛な木材需要に対応した素材生産，山元林産業の発展により，活況を呈していたと思われます。

●山村はいま

山村地域の活発な林業生産活動にかげりが見えるようになったのは1970年代に入ってからです。1973年の円変動相場制移行，石油ショックを契機として円高が進み，賃金が高騰，林業を巡る経営環境が一段と厳しくなり，一方，天然林の伐採適木の減

▼表①　林業生産，国産材使用製材工場数の推移

年度＼種別	素材生産量（千m³）	新植面積（千ha）	国産材使用製材工場数
1970	45,351	354	22,300
1997	21,551	38	11,432
1997/1970（%）	48	11	51

注：(i)林業統計要覧による。
(ii)工場数は「国産材のみ」と「国産材と外材」の合計数。

少，拡大造林の一段落もあって，素材生産量，植林面積が年々減少するようになりました。この傾向は1985年プラザ合意以降の円の急騰により一層加速されました。

1970年と97年の林業生産，山村にかかわりの深い国産材使用製材工場数を対比すると表①のとおりです。素材生産量，国産材使用工場数がほぼ半減，植林面積はわずかに11％にすぎず，このような状況が山村地域の過疎化に大きく影響していると思われます。

北海道の森林率80％以上の典型的内陸山村，15町村の人口の推移は表②のとおりで，25年間に人口，木材関連企業数ともほぼ半減しました。このように山村地帯の過疎化は深刻で，この傾向は本州でも同じではないでしょうか。かつてリゾートブームのころ，過疎からの脱却を目指しリゾート開発に夢を託した山村もありましたが，バブル経済の崩壊とともに夢はうたかたのごとく消えました。

一方，林業を巡る経営環境はますます厳しくなっています。最近，能代市の業界紙「秋田木材通信」で，奈良県の業界関係者が発した「警告発令」という記事を読みました。

「吉野地方50年生スギ材の市場での価格はm³当たり1万8千円，一方，伐木費等の経費の総額もm³当たり1万8千円であり，50年間汗を流した成果がゼロである。これではだれが山をつくり育てる気になるか。山を放棄せざるを得ないのが実情だ」というのが警告の内容です。やや誇張があるかもしれませんが，最近の林業経営の採算の悪化を如実に示しているといえましょう。このような事情から，多額の公的助成がありながら，森林整備投資が滞りがちで，過疎の進展による不在村所有者の増加ともあいまって，手入不十分なまま放置されている人工林が目につくようになっています。

●21世紀における山村，森林，林業の役割

戦後，わが国はひたすら経済高度成長路線を歩み続けました。大量生産，大量消費，市場原理重視，国際化などをキーワードとして経済至上主義が横行し，この路線になじまない農林業は衰退の一途をたどり，過疎，過密が進行しました。しかしバブル経済の崩壊後，経済至上主義のゆがみが一斉に噴出している感があります。1978年，作家で文明評論家としても著名だった司馬遼太郎氏は，都市の過密化による世相の悪化を憂い，「このままでは，90年代には過密都市はかつて歴史が経験したことのない慢性的ヒステリー状態になるのではないか」と予言しています[4]。

4）壱岐・対馬の道（街道を行く）司馬遼太郎，朝日文庫 1978年．

世紀末の現在，学級崩壊，いじめ，理由なき殺人などの異常な社会現象，廃棄物処理にからむダイオキシン騒動，環境悪化によるアトピー，花粉症の多発などの公害，長期不況下のリストラ不安などなど，過密都市では司馬氏の予言が現実となりつつあります。最早，過密化の限界に達した都市から，人間性の回復を目指し，自然豊かな農山村への新たな人の流れを創（つく）ることが必要で，そのために農山村に定住できる安定した雇用を創出することが，21世紀の政策課題です。

1997年の地球温暖化防止京都会議を契機に，森林の環境保全機能を含む公益的機能に対する国民の期待が高まっております。公益的機能の充実を目的とした森林整備を，着実に実施して森林資源の充実を図り，やがて来るであろう世界的森林資源の枯渇に対応することも21世紀の政策課題です。

▼表② 北海道における山村の動向

面積Ⓐ(100ha)	森林面積Ⓑ(100ha)	Ⓑ/Ⓐ(%)	人口の推移			木材関連企業数		
			Ⓐ1970	Ⓑ1995	Ⓑ/Ⓐ(%)	Ⓐ1970	Ⓑ1995	Ⓑ/Ⓐ(%)
564	499	88	6,766	3,518	52	10	5	50

注：(i)北海道市町村勢要覧による。
(ii)森林率80%以上の内陸山村15町村の平均である。
(iii)木材関連企業数は従業員数5名以上の企業。

このようなことから，21世紀における山村，森林，林業の役割は大変重要です。

●山村振興は森林づくりで

さて，手入不足の森林が目立つ現状から，21世紀の政策課題に対応し，山村では公益的機能の充実を目的とする森林整備投資の拡充が必要です。しかし，厳しい経営環境から，現行補助制度のもとで，投資の増大を所有者に期待することは難しい状況にあります。昨年7月の「森林，林業，木材産業基本政策検討会報告」を，座長として取りまとめに当たられた森巌夫氏は「林業は経済的に成り立たない」「森林は国民共通の財産」を基本認識として検討に当たったと述べておられます[5]。まさにそのとおりで，「林業が経済的に成り立たない」という現実を踏まえ，公益的機能重視の視点から，森林を「国民共通の財産」社会資本と位置づけ，公的機関の関与のもとに整備を進める新たな施策が必要なのではないでしょうか。

伐採跡地については，公的機関として，公団，公社の分収造林を積極的に活用すべきだとする手束平三郎氏の提言があります[6]。

一方，手入不足のまま放置されている成林途上の人工林，天然林については，分収造林方式になじまないので，地域の町村が，これまでの計画，指導にとどまらず，自ら事業主体となって整備を進めることが必要です。具体的には，町村と森林所有者が共同経営契約を締結，所有者は森林を提供，施業のすべてを町村に委任，町村は適切な施業実施に必要な費用の一切を負担することを基本とし，伐採収入の帰属など必要な事項を取り決め，事業の実行は地元雇用を前提に森林組合等林業事業体に町村が委託して行う方法です。この事業の性格から，町村の費用負担については，既存の公共事業補助のほか，補助残について特別交付税措置，過疎債の適債化などの地方財政措置による助成が必要です。また，自力で森林整備を進める意欲ある森林所有者に対しても，森林の社会資本的性格にふさわしい助成制度を検討すべきでしょう。

このような新たな森林整備施策による支援のもと，町村は管内の森林を「公益的機能の充実した美しい森林」とするよう，責任を持って計画的に「森林づくり」に努めるべきでしょう。この「森林づくり」によって安定した雇用の創出，間伐材の安定供給による林産業の振興が期待されます。

これまで，山村振興，過疎対策の主役は各種施設の建設でした。21世紀はこれらの施設を活用した，都市住民からも共感の得られる「美しい森林づくり」が山村振興，過疎対策の主役となるべきでしょう。

5)森林，林業，木材産業基本政策検討会報告を終えて．森 巌夫．林経協月報 No. 461 /2000.2

6)分収造林政策の新提案．手束平三郎．山林 1999.7

●山村振興と国有林

国有林は，わが国森林面積のおよそ30％（765万ha）を占め，「国民の山」としてその時々の国民の期待に応(こた)えつつ経営され，同時にその経営動向は，国有林地帯の地域振興に大きなかかわりを持ってきました。

かつて，経済高度成長期の木材需要の急増に対し，国有林は長期にわたり増伐で対応，跡地造林の急増などもあり，組織，人員も大幅に拡充され，山元林産業も発展，この時期，国有林地帯の山村は活況を呈しました。しかし，その後，伐採適木の減少，

円高，賃金の高騰などから国有林の経営収支は年々悪化し，現在，組織，人員の厳しいリストラが進行中で，森林整備投資も滞りがちとなり，山村は過疎化の厳しい現実に直面しています。

さて，現在，国民が国有林に期待しているのは「公益的機能の充実した美しい森林」づくりです。「美しい森林」づくりには適正な間伐による人工林の手入れが必要ですが，間伐は現在，木材価格の低迷から採算が悪化し，民有林では早くから間伐補助事業が実施されています。国有林は原則として間伐を立木販売で行うこととしていますが，採算の取れる間伐は高齢級に限られ，加えて「美しい森林」づくりのためには，効率を度外視したきめ細かな施業が必要で，立木販売方式による間伐実行には限界があります。このため，必要な間伐が実行されないまま放置されている人工林も多く，将来国有林の荒廃を招くことが懸念されます。このような状況から，国有林は10カ年程度の期間で「森林整備特別対策事業」を計画，実施すべきだと思います。具体的には，人工林間伐をすべて森林組合等林業事業体への請負など事業費で実施し，生産された間伐材を販売するという方法です。この事業により，手入れ不足の人工林を解消し「美しい森林」づくりの基盤を形成するとともに，新たな雇用の創出，間伐材安定供給による山元林産業の振興などを通じ，地元山村の振興にも寄与することとなります。この事業の実施に必要な財源確保が問題ですが，基本的には国有林経営は国の責任において運営されていることから，既存の林野公共事業とは別枠で一般財源から充当されるべきです。国の財政事情からそれが難しい場合は，財政投融資による借入れもやむを得ませんが，その場合，元利償還については地方財政措置における過疎債と同様，70％を一般財源，30％を国有林が負担するなどの方途を講ずるべきでしょう。

20世紀初頭，国は「特別経営事業」で荒廃した森林の資源化と山村地域の振興に寄与しました。21世紀では，焦眉の急となっている「美しい森林」づくりのための「森林整備特別対策事業」で資源の充実と，地域振興に寄与すべきではないでしょうか。

●21世紀を山村の世紀に

「大きな課題は，山村地域の過疎化や林業に携わる人々の高齢化が進む中で，いかにして豊かで手入れの行き届いた，活力ある森林を維持していくかであることを強く感じています」本年の第51回全国植樹祭における天皇陛下のお言葉で，現在の山村，森林，林業の課題を適切にご指摘になっておられます。

この課題の解決のためには，森林の社会資本的性格を配慮した森林整備にかかわる公共投資の思い切った増加が必要です。具体的な投資方法として，民有林について森林共同経営契約，国有林について森林整備特別対策事業を提案しました。財政事情，制度的制約から実現は難しいかもしれません。しかし，森林整備投資は，国民が期待する「公益的機能の充実した美しい森林」づくりを進めるとともに，雇用の創出により過密都市からの人口分散の受け皿となり，山村地域の振興，過疎対策にもなる21世紀にふさわしい公共投資です。森林整備投資の増大に向け，政治，行政，林業関係者一致しての努力が必要です。

森林，川，農山村を犠牲にして都市が限りなく膨張した時代は終わりました。21世紀は，森林，川が復権し，山村の世紀とならなければ，わが国の明日はないと感じています。

〔完〕

部門別100年史，本号のテーマは『伐木・集運材』です。今回はエピソード数編を織り交ぜた構成としました。

伐木・集運材――年表の整理

この年表は，『日本の森と木と人の歴史』（日本林業調査会），「機械化林業」バックナンバー（林業機械化協会），『林業技術史』（本会）を参考に編集したものです。

編集部

西暦	元号	事項
1889	明治22	明治中期，尾鷲地方で木材の鉄線運搬が始まる
1892	明治25	足尾銅山，運材用にハリジー式単線循環式索道を架設
1896	明治29	御料林（神奈川県津久井郡），木軌道による木材搬出
1897	明治30	尾鷲地方，民有林の相賀軌道（5.6km）初めて敷設
1898	明治31	御料林（富士），鉄線運材実施
1901	明治34	御料林（木曽阿寺），日常品運搬用の軌道敷設
1902	明治35	大井川流域に木馬導入（桟手・橇・駿動車）
1903	明治36	玉村勇助，単線把握クリップによる複線式索道を考案
1904	**明治37**	**高野山国有林，わが国最初の森林軌道を開設**
〃	〃	東京府（水源地府有林），複線交走式索道による運材実施
〃	〃	高知県安芸郡（民間会社），木軌道敷設工事開始
1905	明治38	尾鷲・吉野（柳の谷～上北山村出合），6kmの架空索道設置
〃	〃	国有林，高野山軌道（3.3km）敷設
1906	明治39	津軽森林鉄道着工
〃	〃	台湾，阿里山鉄道着工
〃	〃	青森板割沢，軌道運材開始
1907	明治40	青森・大鰐小林区署，高知・馬路小林区署，軌道敷設。トロリー集運材開始
1908	明治41	津軽森林鉄道，ボールドウィン蒸気機関車・シェイ式蒸気機関車導入
1909	**明治42**	**津軽森林鉄道，青森～喜良市間67km開通**
〃	〃	秋田（能代貯木場），丸太水上機械設置
1910	明治43	台湾，阿里山鉄道にシェイ式蒸気機関車導入
〃	〃	魚梁瀬森林軌道（田野線），起工
1911	明治44	土井八郎兵衛（尾鷲），熊野の山林に架空索道（延長11.9km）を架設
〃	〃	魚梁瀬森林軌道（田野線），竣工
1912	**明治45 大正元**	**台湾，阿里山にリジャウッド集材機導入**
〃	〃	津軽森林鉄道，コッケリー蒸気機関車導入
〃	〃	高野山（高野索道kk），複線式索道を架設
1913	大正2	高野山国有林，森林軌道にインクライン導入
〃	〃	御料林（木曽），小川森林鉄道着工
〃	〃	秋田（長木沢軌道），コッペル蒸気機関車導入
〃	〃	尾鷲（尾鷲索道kk），玉村式単線索道を架設
1914	大正3	高知・白髪森林鉄道，中屋式発動機関車（ガソリン機関車）導入
〃	〃	御料林（木曽），小川森林鉄道に日本軌道製蒸気機関車を導入
〃	〃	国有林（高知），初めて簡易索道利用
1915	大正4	御料林（木曽），初めて作業軌道敷設
1915	**大正4**	**御料林（木曽），小川森林鉄道にボールドウィン蒸気機関車を導入**
1916	大正5	木曽御料林，小川森林鉄道・上松～小川入19.4km開通
1917	大正6	御料林（木曽），王滝森林鉄道着工
〃	〃	高知，魚梁瀬森林鉄道（野田～馬路～魚梁瀬～石仙41.6km）全通
1917	大正6	秋田（仁鮒森林鉄道），大日本軌道製蒸気機関車導入
1918	大正7	東京（木材会社），木材のトラック輸送開始
〃	〃	酒井工作所，プリスム社（アメリカ）製ガソリン機関をモデルに国産化
1919	大正8	秋田，上小阿仁森林鉄道開通
〃	〃	国有林（熊本），インクライン作設
〃	〃	堀田式トロリー制動器考案
〃	〃	木曽上松土場にデリッククレーン設置
1920	大正9	綱島式集材機製作（27.5t，5ドラム蒸気機関）
〃	〃	御料林（木曽），リジャウッド集材機・ポータブルドラグソー導入
〃	〃	高田商会（東京），ハンソン社（ドイツ）製チェーンソー“セクター”を輸入・販売
1921	大正10	国有林，スウェーデンとアメリカよりチェーンソーを導入，試験的に使用（青森，秋田，北海道）。機材重量は動力部38kg余，鋸部19～37kg（鋸の立木圧着支持に2人，発動機運転に2人を要し，20分間の使用で1時間機械を休ませた）
1921	**大正10**	**木曽・阿寺森林鉄道，3tホイットカムガソリン機関車（アメリカ）導入。豆トロリー空車引き上げの動力化**
〃	〃	国有林（青森・秋田），セクター伐倒機械使用
1921	**大正10**	**秋田・木曽・高知，綱島式集材機配置**
1922	大正11	高知大林区署，ポーター蒸気機関車（四輪連動・サイドタンク・10t）導入
〃	〃	国有林（屋久島），アメリカ製蒸気集材機購入
1924	大正13	北海道，オルトフール・クローラ・トラクター（45ps，8t，アメリカ）による約8kmの運材試験
〃	〃	北海道庁，民間トラックによる運材試験
〃	〃	国有林（高知），単線循環式大古味索道架設
1925	大正14	国有林（大阪），単線循環式大又索道架設
〃	〃	国有林（秋田），高知式インクライン伝わる
1926	大正15 昭和元	御料林（木曽川上流），伐出材すべて陸送となる
〃	〃	高知本山式ガソリン機関車1号車製作
〃	〃	国有林（熊本），飛越式簡易索道考案
〃	〃	国有林（北海道），貯木場にサリバン型電動巻上機導入
1927	昭和2	北海道庁，キャタピラトラクタ（4.5t，アメリカ）導入
〃	〃	北海道・樺太でトラクタ運材盛んとなる
〃	〃	野村式鉄線運搬法が普及
〃	〃	三島式鋼索制動機が考案される
〃	〃	山崎式貨車自動制動連結器が考案される
〃	〃	御料林（木曽），初めて簡易索道導入
1928	昭和3	王子製紙苫小牧分社山林部，冬季キャタピラトラック運材を実施（紙パ界本格的機械導入開始）
〃	〃	御料林（木曽王滝），クライド型ガソリン集材機導入
〃	〃	御料林（北海道），林鉄敷設工事始まる
〃	〃	御料林（木曽），ディーゼル機関車を初めて使用
1929	昭和4	国有林（熊本），単軌木馬が考案される
1930	**昭和5**	**木曽型集材機製作（国産最初のガソリンエンジン集材機）**

西暦	元号	事項
1930	昭和5	木炭ガス発生装置が普及し始める
1931	昭和6	国有林，このころからトラックを導入
〃	〃	御料林（木曽），このころから巻上機を導入
〃	〃	国有林(大阪)，クライド型ガソリン集材機を導入
1932	昭和7	御料林（木曽），曲線機械集材始まる
〃	〃	国有林（大阪・高知），貨車用水圧制動機を利用
〃	〃	国有林（熊本），複線循環式簡易索道を架設
1933	昭和8	御料林(三重県大杉谷)，複線交走式千尋索道を架設
〃	〃	このころから自家製改造機関車が多くなる
1934	昭和9	国有林（高知），巻上機が普及
1935	昭和10	御料林（木曽），S字曲線集材機実行
〃	〃	木曽式二胴集材機による2段集材方式始まる
〃	〃	国有林(秋田)，簡易ガイドリッククレーン利用開始
1938	昭和13	小松製作所，D-35トラクタ製作開始
1939	昭和14	秋田鐵工場（米内沢），軌道集材機を製作
1940	昭和15	御料林（木曽・北海道），国有林（同），トラックを導入
1941	昭和16	国有林（秋田），馬利用の軌道運材開始
1942	昭和17	国有林（大阪），冬山の橇運材開始
1943	昭和18	三重県・大分県等，鉄線トバシ運搬が盛んとなる
〃	〃	国有林（大阪），牛利用の鉄道運材開始
1944	昭和19	国有林（熊本），純木製トロリーを製作
1946	昭和21	富士産業三鷹工場，動力鋸の試作開始
1947	昭和22	秋田局鷹巣署，トラクタ集運材開始
〃	〃	国有林，チェーンソー使用開始（機械化推進の一環）
1947	**昭和22**	**富士産業，Y型集材機の試作開始**
1948	昭和23	トラックのワンポール積込法が普及
1949	昭和24	林野局，全国3カ所で集材機講習会を開催
〃	〃	全国的に，集材機による集材作業が最盛期に
〃	〃	「林業機械化情報」創刊
〃	〃	国有林（北海道），トラクタ運材開始
1950	昭和25	国有林の機械導入が活発となる
〃	〃	架線索道の利用がしだいに活発となる
〃	〃	国有林林鉄でエアブレーキ利用
〃	〃	高知局・森ケ内森林鉄道，前橋局・目兼森林鉄道，初めて自動車道へ改良
1951	**昭和26**	**国有林，ウィッセン集材機を購入，長野局野尻署に配置**
〃	〃	T6型モノコックトロリー完成
〃	〃	長野局管内，索道運材が再開され活発化
1952	昭和27	曲線集材が各地で盛んとなる
〃	〃	協三工業，ジブクレーンを製作する
〃	〃	巻田式F型簡易運搬装置が考案される
1953	昭和28	外国製チェーンソーが導入され始める
〃	〃	森林鉄道保安規程・建設規程を制定
〃	〃	福岡県，害虫防除に初めて航空機使用
1954	**昭和29**	**藤林式ブッシュクリーナが発表される**
〃	〃	洞爺丸台風，北海道風倒木大量発生
1955	昭和30	林野庁，北海道風倒木処理のため大量の林業機械導入
〃	〃	北見局・小清水営林署，トラクタ全幹集材実施
1956	**昭和31**	**岩手富士産業，初の国産林業用トラクターCT-25型を発表**
〃	〃	このころ，林業機械メーカー，小型トラクターによる集材実験を行う
〃	〃	外国製刈払機の導入が始まる
1956	**昭和31**	**富士重工，ふじラビットチェーンソーを発表**
〃	〃	3輪トレーラ式林内作業車開発される

西暦	元号	事項
1957	昭和32	林野庁，機械化作業実験営林署（機械化モデル営林署）に沼田営林署を指定
1957	**昭和32**	**帯広局・パイロットフォレスト，大型機械化作業始まる**
〃	〃	林野庁，生産力増強計画を策定，国有林林鉄のトラック道への切り替え方針決まる
1958	昭和33	岩手富士産業，木寄せ作業専用の小型集材機Y-27Aを製作
1958	**昭和33**	**長野局・妻籠署，初めて全幹集材実施**
〃	〃	各社，小型集材機を発表
〃	〃	外国製植穴掘り機導入
〃	〃	民有林，チェーンソー導入が活発となる
1959	昭和34	北海道5局，野鼠防除に航空機利用
〃	〃	東大，索道用風圧ガバナー制動機を開発
〃	〃	林野庁，「集材機作業基準」作成
1960	昭和35	林野庁，「林業機械化推進要領」を定める
〃	〃	前橋局・沼田署，機械化センター設置
〃	〃	国有林，苗畑の大型機械化が始まる
〃	〃	ソ連製TD40型トラクタが導入される
1961	昭和36	ユニック，トラックの運転席と荷台の間に架装する積載型油圧クレーンを開発
〃	〃	東京局・大子署，初めて立ち木集材を実施
〃	〃	労働省，「林業労働の安全基準」を規定
1962	昭和37	林野庁，トラクタ集運材作業基準制定
〃	〃	集運材架線技士免許制度が実施される
1962	**昭和37**	**前橋局・沼田署，初めてトラクタ階段造林を実施**
〃	〃	西ドイツ製ウニモクが導入される
〃	〃	山梨県，野呂川林道完成（1951年着工）
1963	昭和38	和田鉄工所，自走式搬器の実用機完成
〃	〃	東大・秩父演習林，トラクタ階段造林を実施
〃	〃	滋賀県，治山工事にヘリコプターを利用
〃	〃	長野局・伊那署，札幌局・大夕張署，扇形集材を行う
1964	昭和39	長野局・福島署，円形集材法を考案
〃	〃	秋田局，リモートコントロール集材装置の試験を実施
〃	〃	秋田局・仁鮒貯木場，筏流廃止。流送完全に姿を消す
1965	昭和40	チェーンソーなどによる振動障害が社会問題となる
1965	**昭和40**	**ツリーモンキー，プランテングガンが試用される**
1966	昭和41	三菱重工，FT2型林内作業車を発表
1967	昭和42	岩手富士産業，ホイールトラクタT-30・T-50型を試作
〃	〃	共立エコー，防振内蔵チェーンソーCS-801を発表
〃	〃	国有林，自動枝打機を導入・試験
〃	〃	油圧式伐倒機が導入される
〃	〃	労働省，レイノー氏現象を職業病と認定
1968	昭和43	林内作業車デルピス（農林機械研究所製作），林業技術賞を受ける
〃	〃	森藤機械製作所，トウィングウインチおよびグラップル付スピードクレーンを開発
〃	〃	国有林，沼田営林署で無線操縦搬送機の実用化試験
〃	〃	株式会社南星，グラップル付ローダークレーン搭載トラックの販売開始
〃	〃	イワフジ，リモコン集材機Y-32ERを発売
1969	昭和44	森藤機械，大型4胴集材機（エアブレーキ式）MSNO-34を製作
〃	〃	南星，3胴熱帯林業用集材機を発売，無線操縦集材機を製作

西暦	元号	事　項
1969	昭和44	和光貿易，超軽量チェーンソー（4kg以下）を発売
〃	〃	林野庁，トレイルブレイザー小型トラック（アメリカ）を輸入・実験
〃	〃	岩手富士産業，リモコン集材機Y-23ER・油圧式伐倒機T50ツリーシェアー製作
〃	〃	林野庁，振動機械（チェーンソー・刈払機）の使用時間規制を実施
〃	〃	林野庁，リモートコントロール集材機の開発を始める
1970	昭和45	東京営林局・沼津営林署，電動チェーンソーの試験実施
1970	**昭和45**	**林野庁，スンズプロセッシングマシン（スウェーデン）を輸入，沼田営林署で実験**
〃	〃	東京営林局・東京営林署，林業用モノレールの実験実施
〃	〃	国有林，林鉄は王滝線を残すのみとなる
〃	〃	ヘリコプターを利用した山火事空中消火実験が実施される
1971	昭和46	沼田機械化センター，フランクリンフォワーダ輸入，実地試験実施
1972	昭和47	岩手富士産業，林野庁の委託によりリモコントラクタを製作
〃	〃	沼田機械化センター，ブッシュコンバイン輸入，実地試験実施
〃	〃	労働省，労働安全衛生法制定
1973	昭和48	奈良県，ヘリコプターによる木材搬出作業開始
〃	〃	前橋営林局，盤台上自動玉切装置の開発実地試験実施
〃	〃	沼田機械化センター，フェラーバンチャ輸入，実地試験実施
1974	昭和49	岩手富士産業，小型林内作業車T-20を製作
〃	〃	ヤンマーディーゼル，ロータリーチェーンソーRH57を発売
〃	〃	共立エコー，振動1G以下の刈払機を発表
1975	昭和50	高知営林局，リモコンチェーンソーの試作品完成
〃	〃	国有林，盤台玉切装置の実用化導入を開始
〃	〃	沼田営林署，全駆動回転式ミニバックホウおよびフェラーバンチャ（カナダ）の実験実施
1976	昭和51	林業試験場，バルーン集材の試験実施
〃	〃	最後の森林鉄道，王滝～上松線廃止
〃	〃	林野庁，林業機械開発改良事業発足
1977	昭和52	このころを前後して，各社から林内作業用の小形運材車が発表される
1978	昭和53	秋田営林局・能代営林署，玉切装置を補完するものとしてグラップルソーを導入
〃	〃	福岡県，農業用小型運搬車を林業用林内作業車に改良（やまびこ号の前身）
〃	〃	前橋営林局，ツリーモンキー（西ドイツ）導入，伐倒前枝払実験実施
1979	昭和54	和田鉄工所，ラジコンウインチを発売
〃	〃	林野庁，林業災害防止機械開発改良事業発足
1980	昭和55	株式会社南星，ポータブルリモコンウインチを製作販売
〃	〃	国産自動枝打機，初めて沼田林業機械化センターでテスト
〃	〃	長野営林局・上田営林署，グラップルソーを導入
〃	〃	沼田機械化センター，ユンカリチッパーによる末木枝条の山地還元法の実験実施
1980	**昭和55**	**小形ハーベスタのマッケリ33T（フィンランド），北海道各地でデモ**
1981	昭和56	森藤機械製作所，リモコン装置付4胴集材機発売
1981	**昭和56**	**水平対向2気筒エンジン搭載チェーンソー発売される**
1982	昭和57	高知・大阪営林局，国有林で初めてヘリコプター集材を導入
1983	昭和58	住友林業，CADを応用した森林管理システムRobin Hoodを開発
1984	昭和59	林野庁，「高能率森林施業システム開発普及推進事業」開始，同事業により北海道でマッケリハーベスタ33T導入
〃	〃	イワフジ工業，林野庁の委託により末木小径木簡易搬出機器（後のラジキャリー）を開発
1985	昭和60	新宮商行，ワンマンオペレータによる小型チップハーベスタを発表
〃	〃	北海道（民有林），ロコモハーベスタ（フィンランド）導入
〃	〃	自走式搬機“スカイキャリー”販売開始
1986	昭和61	秋田営林局，秋田スギのヘリ集材開始
〃	〃	高速クローラ形スキッダFT180（アメリカ）導入される
1987	**昭和62**	**多工程処理機械フェラーバンチャ・スキッダ（TimberJack社製）が導入され，北海道でデモ作業実施**
1988	昭和63	倭文林業，スタイヤー社製クレーンプロセッサKP-40を導入
〃	〃	王子緑化，ハーベスタヘッドパルメット935（スウェーデン製）導入
〃	〃	森藤機械製作所，林野庁の委託により小形タワー付集材機を試作
〃	〃	和田鉄工所，林野庁の委託によりウインチ内装自走搬器の実用化試験実施
1989	昭和64 平成元	林野庁，高性能機械の開発を目指す「先端技術導入林業機械開発事業」スタート
〃	〃	鳳来町森林組合，国産材生産高度化促進モデル事業で小形多工程処理機械“Nokka Joker”（フィンランド）を導入
〃	〃	及川自動車，リョウシンタワーヤーダを開発
1990	**平成2**	**イワフジ，林野庁の委託を受けて開発を進めてきたグラップル・プロセッサGP-30Aを発売**
〃	〃	沼田機械化センター，歩行式フェラーバンチャ“シャイフ”（西ドイツ）の現地研修会実施
1990	**平成2**	**日本林業経営者協議会，タワー集材機“ツルムファルケ”を導入，熊本でデモ実施**
〃	〃	シーケーエス・チューキ，タワーヤーダ“CKH-10500Zクローバ”を開発
〃	〃	タワーヤーダ（コラー社製）輸入
〃	〃	ニチメン，ベルロッガーを初めて輸入
1991	平成3	農林水産省，「高性能林業機械化促進基本方針」を公表
〃	〃	林野庁，「高性能林業機械オペレータ養成推進事業」始める
〃	〃	九州各地，19号台風災害跡地処理を契機として，高性能林業機械の導入が進む
〃	〃	川崎機械製作所，ラジタワーを開発
〃	〃	三菱重工，タワーヤーダMTY400を開発
1992	平成4	高知県，下刈用林業ロボット開発に向け委員会設置
1994	平成6	コベルコ社，クローラ式タワーヤーダKTY600を発表（国内初）
2000	平成12	農林水産省，「高性能林業機械化促進基本方針」を改定

≪伐木≫

伐木造材機械の変遷

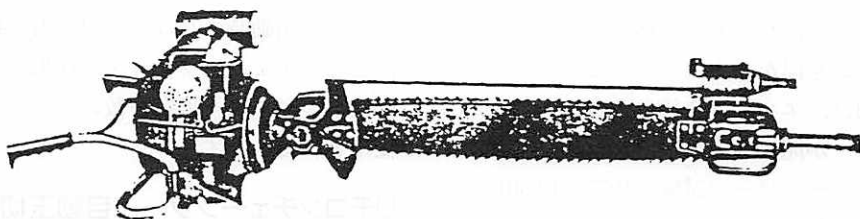
森林総合研究所 生産技術部 作業技術科 科長 豊川勝生（とよかわかつみ）

はじめに

伐木造材機械は，チェーンソーの使用に始まり，最近では，搭乗型機械にチェーンソーなどの作業機を装備した高性能林業機械も稼働しています。高性能林業機械の保有台数は，チェーンソーの約30万台あまりと比べ，その台数は極端に少ないのですが，伐倒機械であるフェラーバンチャ50台，造材機械であるプロセッサ755台，伐倒・造材・集積を行うハーベスタ351台（1999（平11）年3月現在）となっています。林野庁も，1991（平3）年「高性能林業機械化促進基本方針」の制定，2000（平12）年4月改定と，従来機械との組み合わせを考慮に入れながら，高性能林業機械による機械作業体系の確立を目指している段階にあります。このような伐木造材機械の変遷には，種々の機械の考案，導入がなされてきました。

チェーンソーの導入

伐木造材機械の中心的なものはチェーンソーです。チェーンソーの開発は，1946（昭21）年に富士産業で，当時米軍が使用していたチェーンソーをもとに，2馬力の4サイクルガソリン機関を備えた2人用チェーンソーC-11型を試作したのが初めでした。この試作品は試験的に使用されましたが，重量が30kgと重いうえに力がなく，結局失敗に終わりました。その後，富士産業ではこれを改造して，翌1947（昭22）年にC-12型，C-13型を製作しました。C-12型，C-13型は単気筒空冷4サイクルガソリン機関（2馬力）付き，重量30kgの2人用動力鋸で重量が重く，エンジンの横転ができなかったので，そのつど鋸部と発動機部の結合ボルトを締めはずしして鋸の向きを変えなければならないなど，取り扱いに不便な点が多く，しかも追い口を切る際くさびの打ち込みができないなどの欠点がありました。次いで，C-21型を製作，これは鋸部と発動機部をフレキシブルシャフトで連絡する方式を採用し，エンジン（重量20kg）はC-12型を利用，6kgの鋸部を1人で支え，長さ3m，重さ8kgのフレキシブルシャフトで動力を伝えるものでしたが，現地では，発動機部の据え付けなど取り扱いに不便な点があり，営林局で試用されましたが，結局実用化されるまでには至りませんでした。そのほか，愛知起業で戦時中製作した可撓（かどう）軸付伐採機は2馬力，29kgのガソリン機関または電動機と13kgの鋸部が6kgのフレキシブルシャフトで連絡され，鋸部両端を2人で持ち鋸断する形式のものでした。これは，旧日本軍が南方で試用しましたが，発動機部の重量が重く，伐採能率も極めて悪く，林業関係には利用されませんでした。また清水製作所で，1926（昭元）年に製作したTS式高速度自動伐採機は，高田モーターのエンジンを使用（3馬力），鋸全長1.25mのものでしたが，重量が64kgもあり，取り扱いに不便で，林業用としては使用されませんでした。

その後，1953（昭28）年に帯広，旭川，青森などの各営林局に米国製のマッカラーチェーンソー33型，1.9馬力，10.4kg,およびホームライトチェーンソー17型，3.5馬力，11.1kgが導入されました。これらのチェーンソーは軽量合金製の2サイクル空冷ガソリン機関と，横転可能なダイヤフラム式気化器や燃料タンクを備え，軽量で，しかも切削性能の良いチッパー形のソーチェーンを持ち，

▲図　4サイクル2馬力の2人用チェーンソー（C-11）
（原図：最新・林業機械ハンドブック，スリーエム研究会，p.159，1991年3月発行）

操作も簡便でした。これは1954～55（昭29～30）年にかけて北海道に発生した大風倒木の処理のために使用され，さらに全国の国有林に急速に普及していきました。

1956（昭31）年に富士重工は，18インチの案内板を付けた重量が12.5 kg,単気筒空冷2サイクルガソリン機関3.5馬力を備え，気化器には米国製のティロットソンダイヤフラム式を，またソーチェーンにはオレゴンチェーンを使用した，ふじラビットCL-11型を製作しました。同機は材質の点で外国製品に比べ若干問題があり，故障もかなりありましたが，1956（昭31）年から国有林に大量に導入され，国産ワンマンチェーンソーとして実用化された初めての機械となりました。1963（昭38）年には共立農機株式会社が国産チェーンソー，エコー80を発表し，国産チェーンソーメーカーも2社となりました。このころ，国有林における伐木造材作業の機械化率も，ほぼ100％に達しました。

チェーンソーの改良普及

しかしチェーンソーの普及は，新しい問題を林業界に投げかけました。それは，1965（昭40）年3月，NHKのテレビ番組＜現代の映像＞で「白ろうの指」が放映され，チェーンソーなど手持機械の振動に起因する「レイノー氏現象」が社会の注目を集めることになったことです。この問題に対し早々，行政，研究，業界の各方面で対策が検討されました。1966（昭41）年には，人事院がレイノー氏現象を職業病に認定，また，各種の振動対策委員会（林野庁に林業機械振動等対策委員会（1975（昭50）），林野庁長官・労働省労働基準局長・厚生省医務局長からなる「振動障害対策推進関係省庁連絡協議会」（1976（昭51））など）を設置して対策が検討されました。国有林ではチェーンソー・刈払機の使用時間規制を実施（1969（昭44）），民有林でも労働省労働基準局通達「チェンソー使用に伴う振動障害の予防について」（1970（昭45））で，チェーンソー1日の操作時間を2時間以内と定めました。さらに，林野庁の「林業用手持機械の振動測定規定」の通達（1975（昭50）），チェーンソーの振動測定法などを定めた「チェーンソーの規格」（1977（昭52））を労働省が告示しました。「チェーンソーの規格」では，国内で製造および販売される排気量40 cc以上のチェーンソーは，振動加速度の最大値が，29.4 m/sec^2（3G）以下のものでなければならないと定めました。これらの検討に従い，チェーンソー振動の低減化のためのチェーンソー改良が図られました。

振動低減のためのチェーンソー改良には，およそ3つの方向がありました。第1の方向は，チェーンソーの軽量化の方向でギヤドライブ方式からダイレクトドライブ方式に切り替え，減速ギアを省くことにより，軽量化を図ったことです。軽量化により，チェーンソー把持力が減少し，手腕系への振動伝達が減少しました。

第2の方向は，振動の伝達をなるべく少なくする構造的な改良です。これには2種類あり，防振ゴムパッキングによるハンドルの防振と，エンジン自体をゴムマウントで操作部から浮かした防振内蔵型のチェーンソーの開発（1967（昭42）年の共立エコーの防振内蔵チェーンソー，1968（昭43）年の伊藤萬の3点懸架式防振ハンドル型チェーンソー，1970（昭45）年のホームライトの4点を特

殊防振ゴムを介したハンドル一体式のカゴ状フレームでエンジンを浮かす方式など）です。

第3の方向は，エンジン自体の改良で，まず電動チェーンソーが開発（1970（昭45）年に東京沼津署で電動チェーンソーの試験，1975（昭50）年共立エコーが電動チェーンソーを発売）されましたが，移動性等で難点があり，あまり普及されませんでした。そのほか，1975（昭50）年に林野庁では，エアソーを導入しましたが，これも移動性等の難点で普及されませんでした。そこで，レシプロエンジンのようなピストンの往復運動がなく，直接回転運動を取り出すため振動が少ない小形ロータリーエンジンの開発が進められました。1971（昭46）年に国立林業試験場で試作され，1974（昭49）年，ヤンマーディーゼルがロータリーチェーンソーを発売，1975（昭50）年，林野庁が実用化実験を実施，1976（昭51）年には国有林に導入されました。また，対向エンジンの試作検討が1980（昭55）年ごろから始まり，1981（昭56）年に共立が水平対向2気筒チェーンソー（同機は，振動値0.36Gを示した）を発売しました。このエンジンは，同一排気量の2個のシリンダを，チェーンソーに対してほぼ水平に対向して配置し，両シリンダのピストンを同時発火させ，相対する2個のピストンと連接棒からなる往復質量の完全な平衡を図り，エンジン本体の起振力を小さくして，チェーンソーの振動発生を減少させる構造のものです。

そのほか，レイノー氏現象発現の原因として，振動に寒さが伴い，血管が収縮し症状が現れるともいわれるため，1969（昭44）年ごろからチェーンソーのマフラの排気熱を利用して，チェーンソーハンドルを保温する改良が行われ，1970（昭45）年にはパートナーから販売，1979（昭54）年には伊藤萬がハンドルヒーティング付チェーンソーとして発売しました。

その後，レシプロエンジンでも低振動のチェーンソーが開発され，鉄からアルミニウム合金あるいはマグネシウム合金へ材質転換（軽量化），自動給油ポンプの採用，デコンプ（減圧）装置によるエンジン始動時のリコイル引き力の軽減，安全装置としてチェーンブレーキの採用などの作業性能の向上が図られ，現在多数のチェーンソーが普及，使用されています。

リモコンチェーンソー，自動玉切装置の開発

現在では使用されていませんが，国有林では，チェーンソーの振動伝達を遮断する緊急的な装置として，リモコンチェーンソー，自動玉切装置を開発，実用化しました。

リモコンチェーンソーは，伐倒時のチェーンソー振動の伝達を遮断するために，チェーンソー架台を立木の根元に固定し，その上にチェーンソーを取り付け，スロットルワイヤーを遠隔的に操作して伐倒する装置です。1975（昭50）年，高知局で試作品が完成し，1978（昭53）年に大径木用リモコンチェーンソーの実用化実験を実施，1978（昭53）年に国有林に中径木用リモコンチェーンソーが導入されました。実用された架台には，大中径木～中小径木用として大阪式（II形），長野式，林機式の3種類，中小径木用として高知式，東京式（改良形），熊本式の3種類がありました。各架台の特徴は，大阪式（II形）はラチェットハンドルとユニバーサルボール，長野式はねじ山スパイクとフレキシブルケーブル，林機式はプッシュプルケーブルと架台の左右差し替え，高知式はフック締め付けハンドルとチェーンソーの反転機構，東京式（改良形）は固定スパイクと受口の斜切りに手工具を用いること，熊本式は固定スパイクと電動式操作でした。

また，盤台（土場）での玉切作業時のチェーンソー振動伝達を遮断する方法として，自動玉切装置を試作，実用化しました。この玉切装置には，集材された全幹材を定置した状態で玉切る方式の移動式玉切装置と，全幹材をチェーンコンベアで移動させて，定置したデッキ式チェーンソーで玉切る方式の固定式玉切装置とがありました。また，簡便なものとして，二輪台車に既製のチェーンソーを搭載し，人力で移動するソー移動式玉切装置も開発されました。玉切装置の開発は，スウェー

デン製スンズシステム（1970（昭45）年，沼田署で輸入実験：ツリーフェラーで伐倒，ツリーフィーダーで運搬，デリンバーで枝払い，スラッシャーソーターで採材・選別）の導入実験を経て，スラッシャーソーターをまねて1974（昭49）年に装置の開発が始まり，1975（昭50）年，盤台玉切装置（固定式，移動式）が導入されました。また，1981（昭56）年にはソー移動式玉切装置（名古屋式）が導入されました。

以上の装置はいわば緊急的な装置であり，小型軽量で低振動のチェーンソーが普及されるのに伴い，1991（平3）年ごろより姿を消していきました。

高性能林業機械化への流れ

チェーンソーの改良や前述の装置の開発と並行して，運転席よりチェーンソーや鋏などの作業機を操作する油圧式伐倒機の開発，試験，導入が始まり，この流れが，現在の高性能林業機械へと進展していきました。

伐倒機は，1967（昭42）年にトラクタの付属装置として，油圧を利用して立木を伐倒するツリーフェラーが輸入され，1968（昭43）年に油圧式鋏でせん断する機構を持つ，ツリーフェラーTF-2形の適応試験が沼田署で実施，その後改良が加えられましたが，木材の割れや裂けが問題となり実用化には至りませんでした。また，1977（昭52）年にドリルフェラーと称し，ドリル機構を持つ機械の試験が実施されましたが，試作段階にとどまりました。また，1973（昭48）年に，林野庁はアメリカよりフェラーバンチャ（立木を根元から切断する機能と切断時および木寄せ時に立木を保持する機能を備えた機械）を輸入，1975（昭50）年に沼田署でカナダ製フェラーバンチャの実地試験，1977（昭52）年に北海道で，ホイール型トラクタにフェラーバンチャヘッドを装着した実地試験，1978（昭53）年に沼田署で，フェラーバンチャヘッドの実地試験が行われました。1987（昭62）年には林野庁でフェラーバンチャヘッドの試作試験を行い，1988（昭63）年にヘッドの改良試作，車体の試作を行っています。また，1987（昭62）年には北海道の民間にカナダ製のフェラーバンチャが導入され，現在の保有台数に至っています。

グラップルソーは，玉切装置の中の，人力で移動するソー移動式玉切装置を搭乗型の自走式としたもので，油圧式旋回ブーム・エクステンションアーム付クローラ型トラクタの，エクステンションアームの先に丸太摑み装置のグラップルと油圧駆動のチェーンソーおよび微動装置を付けたものです。1977（昭52）年に沼田署で実験が開始され，1979（昭54）年に岩手富士産業がグラップルソーを発売，大阪局では1981（昭56）年にグラップルソーが導入され，現在の保有台数は全国で504台（1999（平11）年3月現在）となっています。玉切りと枝払いの造材装置を持ったプロセッサは，1987（昭62）年，林野庁でプロセッサヘッドを試作，1988（昭63）年に現地テストを実施しました。また，1988（昭63）年には，民間にオーストリア製のクレーンプロセッサが導入され，現在の保有台数となっています。

伐倒，造材，集積を行う多工程処理型機械であるハーベスタは，1972（昭47）年，林野庁がアメリカ製のブッシュコンバインを輸入，沼田署で実験，1982（昭57）年，1985（昭60）年に北海道の民有林にフィンランド製のハーベスタが導入され，現在に至っています。

おわりに

チェーンソーの開発普及により，生産性の向上，労働負担の軽減が図られ，最近では，高性能林業機械の普及により，さらなる生産性の向上，労働負担の軽減が期待されています。これらの機械開発には，振動問題に代表されるような要因でブレーキがかかった時代もありましたが，そのつど，産官学が努力し，現在のような，より作業性能の良いチェーンソー，高性能林業機械が開発されてきました。林業従事者の減少，高齢化を踏まえ，さらに作業性能のよい伐木造材機械の開発が，今後期待されています。

≪伐木 ― エピソード≫

手鋸の歴史

東京農業大学 教職・学術情報センター 講師（専任） 星野欣也（ほしの きんや）

はじめに

古来より杣人（そまびと）は斧（おの）で伐採し，鉞（まさかり）を使って側面をはつり，木を粗く加工していました。私たちは，数十年前まで鋸を用いて木を倒していたことも知っています。しかし，その鋸はいつから使われ始めたのか案外知られていません。本稿では技術的な面から鋸の発達を考えます。

江戸時代の中ごろ，大阪の天王寺，京都，伏見などが伐木用鋸の産地として有名であったようで，『雍州府志（ようしゅうふし）』黒川玄逸・1686（貞享３）年に「所々ノ鍛工之ヲ打ツ　其ノ内専之ヲ造ル家ノ多ハ天王寺屋ト號ス　始メ摂州天王寺門前ノ鍛冶之ヲ造ル　倭俗ニ山人木客ヲ杣ト謂フ　杣人新秋ヨリ初冬ニ至リテ山林ニ入リ　材木ヲ伐取ル　其ノ用ル所ノ大鋸　伏見中屋（なかや）ノ鍛シ所ヲ好ト為ス　人之ヲ求ム」と記されています。このころ，山で鋸を使っていたことが考えられ，このほか『人倫訓蒙図彙（じんりんきんもうずい）』1690（元禄３）年にも鋸鍛冶の記述が載っています。

江戸後期には，会津若松や土佐などでも鋸が生産され，昭和前期まで栄えて全国各地に供給されました。1877（明治10）年に東京上野で開催された「内國勧業博覧会」の金銕製品出品解説には，鋸の製造工程や製造業者の状況なども具体的に記されています。この中で技術的な記述は江戸後期の実情と考えて差し支えないでしょう。この博覧会に，兵庫県から雁頭鋸（がんどうのこ）・大鋸（おが）が，栃木県と滋賀県，石川県からは大鋸（前挽（まえびき））が，福島県の喜多方町と会津若松からは天王寺鋸が出品されました。これらの記録によって江戸時代の鋸に関する状況が見えてきます。

山林用鋸の種類と特徴

鋸の主な用途として，伐木，枝打ち，倒した原木を一定の長さに切断する玉切り，柱や板などに挽く製材があります。製材は山林での作業ではありませんが，一連の流れとして含めることにしました。ほとんどの鋸は，作業者が手前に引いたときに切れるように刃先が一定の方向に向かって刻まれています。その刃渡りは長いものでも３尺（90㎝）以内です。これは腕の屈伸に足腰の動きを加えた往復運動の限界といえるでしょう。長時間連続する鋸挽き作業では，鋸の寸法は作業者にとって重要な問題で，経験則によって古くから確立されていたものと思われます。余談になりますが，鋸の呼び寸法は刃渡りなのですが，実際には首の中ほどまでの長さです。柄を左にして鋸刃が下向きになった向きが鋸の表で，首の所に銘が刻まれます。これは太刀の佩（は）き表に倣（なら）ったものと考えられ，日本の鋸は古今東西どこの鋸も同様です。

伐木用の鋸には，茨目と呼ばれる繊維を切断する横挽きの歯が刻まれています。これは三角形の二辺を斜めに擦り込んだナイフのような刃（ナゲシ）を持った鋸歯です。つまり，鋸は細かな刃物が直線上に連続して刻まれているわけです。これに対して製材用鋸は，繊維方向に縦挽きするため歯先が鑿（のみ）のような形状で，切るというより削るような作用をしているのです。つまり，伐木や枝打ち，玉切りは横挽き，製材は縦挽きになります。

鋸の歯を近くで見ると鋸歯を１枚ごとに左右へ曲げてあることがわかります。これをアサリと呼び，挽き込み幅を広くして鋸身が木に挟まれて締め付けられるのを防ぐとともに，鋸屑を排出する

▲図　鋸歯の作用説明

▲写真　手曲り鋸（中山）
上段は昭和後期，下段は和鋼製

効果もあるのです。

手曲り鋸は，伐木に使われたもので文字どおり歯先線の延長上に斜めに柄が付いた形式の鋸です。これには土佐型と天王寺型とがあり，単に手曲り鋸と呼ばれるのは土佐型のことで，刃渡りは1尺2寸～2尺8寸ほどの範囲で作られ，やや細幅の土佐型は「土佐の黒打ち」と呼ばれました。これは，鋼材を熱し打ち延ばす際に，鎚（つち）に水を付けて打つと鋸の表面の酸化皮膜がパンパンと音をたてて剝（は）げ落ちます。粗打ちから仕上げまでこうした「水打ち」をすることで，きめ細かな美しい鍛造肌となり，鋼の内部組織も整えられます。整形後に，水を冷媒として歯先だけに「焼き入れ」を施しました。土佐の黒打ちは，錆（さ）びずよく切れることで人気がありましたが，目立てによって歯先が摩耗すると再度焼き入れを要することが唯一の欠点でもあり，歯焼き専門の腕のいい職人が必要でした。

一方の天王寺鋸は1尺5寸～2尺5寸ほどの物が多く製造されました。土佐型よりも幅が広く，見るからに大型で，福島県の会津若松が有名な産地でした。山で用いられることから鋸の大きさによって大山，中山，小山と呼ばれ，特に大山では2尺5寸・幅1尺のものが，中山では1尺8寸・幅5寸8分のものが多く作られました。

腰鋸は，山で作業をする者が腰につるして携帯する小型の手曲り鋸で，現在も各地で製造されています。大きさは1尺～1尺6寸程度の細幅の小型鋸で，チェーンソーの普及で大型の鋸は消滅しましたが腰鋸だけは健在です。伐採した原木の枝を払ったり，樹木の管理作業など用途はさまざまで，こればかりはなくてはならない道具といえるでしょう。

改良刃または窓鋸と呼ばれる手曲り鋸は，1尺5寸～2尺5寸ほどの大きさで大型のものが残されています。鋸歯を刻むときに用いる目型を改良してU字形の窪（くぼ）み（窓）を設けてあることから名づけられました。横挽の歯を4枚，縦挽き歯を1枚そしてU字形窓の順で繰り返し刻んであり，縦横混合刃といえるでしょう。実際の鋸挽き作業では窓の中に鋸屑を収容して排出するので，効率よく鋸挽きができます。特に生木を挽くのには適した歯形なのです。どんなに鋭い歯を刻んだ鋸でも，歯の間に鋸屑が詰まってしまえば刃先が木材に触れることができなくなり，全く切れなくなってしまいます。こうした点を工夫した改良刃鋸は大変重宝されました。

雁頭鋸は伐木用で，頭の形によって丸雁頭と角雁頭があります。しかし，一般に雁頭鋸と呼ばれているのは丸雁頭のことで，先端の丸みが雁の頭の形に似ていることによるものです。

この雁頭鋸は，1尺6寸の大きさが最も多く作られ首の長さが3寸ほどあり，これに1尺6寸の鋸刃と同じ長さの直柄が装着され全長3尺5寸，つまり約105㎝と大変長大な鋸でした。この大き

さが標準的なもので，ほかには１尺４寸，また，１尺８寸，２尺のものも作られました。製造は昭和前期までで，現代では雁頭鋸は作られていません。古くから京都・伏見で製造されていたもので，手曲り鋸が開発される以前から使われていたと思われます。

台切(だいぎり)は，３尺５寸～５尺５寸ほどの長さの鋸で，作業者２人が向かい合って使用します。このため鋸歯は二等辺三角形の剣歯で往復どちらにも作用するようになっていて，鋸身両端末に耳鐶があり棒状の柄を通して固定します。古くから原木の玉切りに用いたようで『和漢三才図会』寺島良安・1712（正徳２）年の挿絵に添えて「長二尺二寸　濶サ一尺　歯頎ナラズ両ノ柄対シ引ク　大木ヲ横切ス」つまり，長さが66㎝，幅は30㎝ほどの大きさで，歯は高くなく両端に柄が付いており，往復で作用すると解説されています。この記録は，台切の使用時期の上限といえます。また，『日本山海名物図会』平瀬徹斉・1754（宝暦４）年「杣人」の挿絵では，山中で玉切りをしている姿を描写しています。

九州および四国地方には，歯の向きが中央から振り分けに刻まれた古い台切が残されています。地元の古老によれば伐採に使ったといいます。一方，『秋田藩林制正誌』月居忠熈・1905（明治38）年によれば，1837（天保８）年，藩営の阿仁銅山で精錬用燃料供給のため，斧による薪炭材伐採では木屑が多く出てむだなために，改善策として台切を導入することにしましたが，不慣れなことから混乱が生じたので，鋸の製造を手がけた台切師の中屋東作を仙台から呼び寄せ，山で使い方を指導させたことが記されています。これで江戸後期になって台切を伐採用として初めて使ったことがわかります。しかしこれが，どのような姿の台切であったのかわからないことが惜しまれます。さらに，このことから推して，当時は伐採用手曲り鋸（天王寺鋸）は存在していなかったとも考えられます。

前挽大鋸は原木を縦に挽く製材用の鋸で，刃渡り１尺８寸～２尺ほどで単に前挽(まえびき)・木挽き鋸，また，大鋸と呼ばれていました。現在では作られていませんが，各地の民俗資料館などで見ることのできる幅の広い大きな鋸です。

『愚子見記(ぐしけんき)』「京の大仏」に「…然ルニ大佛殿成ル頃　世ニ前引ト云フ物出来…」とあります。この記録は京都大工頭中井家配下棟梁平政隆の覚え書きで，1641～73年ごろ（寛永末～正保年間）に記されたものです。その後，江戸中期になると，身幅が狭く一定で，柄が刃先線に対してほぼ直角に付いている前挽の姿が，『和漢三才図会』「百工具」や葛飾北斎の『富岳三十六景』「遠江山中」「本所立川」などに描かれています。また，(財) 竹中大工道具館所蔵の伝世品からも，こうした前挽の姿を確かめることができます。

さらに降(くだ)って明治後期以降では『吉野林業全書』1898（明治31）年の挿絵にあるように，定規面となる鋸身は幅広く作られるようになり，木材を正確に挽き割ることを重視していたことがうかがえます。これ以降，刃渡りは変わりませんが，身幅がさらに広くなります。この前挽を使って製材を行うのが木挽き職で，現代では全国で数名だけとなりました。彼らは，原木内部の木目を見極め銘木の価値を引き出す能力を発揮しています。

山林用鋸の産地

現在，鋸は新潟県三条，兵庫県三木などでも作られていますが，江戸時代以前はどうだったのでしょうか。わが国は古くから京都や大阪を中心とした歴史を歩んできました。鋸も，当然この地域で発達したものと考えられます。美術工芸品と異なり鋸は生産の道具であるために惜しみなく使われ，摩耗すれば廃棄または鉄資源として再生されてしまったものか，古い時代の実物は残っていません。まれに奉納品あるいは出土品として姿を見ることができる程度です。そのため文献や伝承，わずかな実物資料をもとに考えなければなりません。

伏見の鋸は，一説によれば豊臣秀吉が伏見城を築いた際に各地から呼び寄せた職人集団を始祖として鋸が作られたといいます。前述の『雍州府志』

に「…伏見中屋ノ鍛シ所ヲ…」とある中屋，これと谷口の２軒の鋸鍛冶があったようです。現在，伏見鋸の伝統は谷口家に残っていますが，昔のように製造はしていません。

また，天王寺鋸という名称はあるものの，天王寺門前の鋸鍛冶についてはすでに途絶えてしまいましたが，この伝統はむしろ福島県の会津若松に根付き，さらに新潟，秋田，山形などに広まり発展しました。

会津鋸は，享保年間（1716～36年）に会津藩の殖産政策の１つとして，天王寺門前の鋸鍛冶中屋重内らを招いたのが始まりとされます。漆器，陶器，蠟燭，鍛冶などの産業奨励は功を奏し，その伝統は現代まで受け継がれています。この中でも鋸鍛冶技術は，江戸後期に名工中屋助左衛門を輩出するなど，優れた鋸の産地としても人々に知れ渡り，昭和前期まで大いに栄えました。そうした自信からか作銘は堂々たるもので，「会津住中屋○○」あるいは「中や○○」とタガネで鏤っており，中には「日本一中屋○○」と刻むものもありました。

明治初頭，北海道開拓のために会津の鋸が大量に移出され威力を発揮しました。また，昭和10年代は軍に納入する鋸を大量に製造したこともありましたが，1954（昭和29）年に北海道を通過した台風は道内の樹木を多数なぎ倒し大きな被害を出しました。これを契機にチェーンソーが導入され始めてから鋸の需要が激減したといわれています。

土佐の鋸は，土佐山田町山田島（旧片地村）で作られ，黒打ちの手曲り鋸をはじめ，大鋸（前挽のこと），そして改良刃鋸など山林用の鋸製造が盛んでした。土佐は藩政時代からの林産国で山林用の鎌，斧など優秀な打ち刃物が製造されていました。その中で鋸鍛冶は片地村に集中しており，鋸の商標銘には必ず片文，片福など片の字を付けた銘を刻印で打ち込んでいました。

改良刃鋸は他の産地でも作られましたが，発祥は片地村といわれています。日露戦争の際にロシアの鋸を見てきた片地村の人が作り始めたとか，台湾の営林署が阿里山の巨木を切るために，長大な鋸製造を土佐の鋸鍛冶に依頼したことから開発された，などの諸説が残されていますが，今となっては確かめられません。ただし，外国の鋸からヒントを得て作り始めたことは確かなようです。

なお，これら産地の事情については，常世田令子著『諸国道具鍛冶紀行』三一書房，1978年，および，村松貞次郎著『鍛冶の旅』芸艸堂，1985年に詳しく紹介されています。

良い材料を得てさらに発達をした鋸製造

明治中期までは，「たたら製鉄」による和鋼を素材としていました。和鋼は均質ではなく，鋸製造工程の初めに鋼を整える作業が必要でした。この作業は高度な技術と経験のほかに燃料や多くの手間暇がかかったので，量産が困難で鋸は高価なものでした。

明治後期になるとヨーロッパから刃物用鋼材が輸入され「東郷ハガネ」の商標で販売され始めました。これは従来の和鋼に比べ，均質で平鋼や角鋼などの使いやすい形状で，製造作業の手間が省けるため急速に普及して鋼材の主流となりました。

ちょうど20世紀初頭，こうした良質な輸入鋼材を入手した鋸鍛冶たちは，鋸作りに専念することになり，各地で名工と謳われる職人が活躍しました。それまでに培った鍛造技術を生かしてさまざまな工夫を凝らし，手曲り鋸や改良刃などの鋸を開発することに成功したものと考えられます。また，サーフル鋸と称して機械用帯鋸の刃を利用した鋸も現れるなど，鋸鍛冶たちが意欲的に取り組んでいたことがわかります。

その後，国産の安来鋼，工程の一部に研磨機など機械を導入するなどして量産を図り，昭和10年代に至って鋸の性能，生産量ともに最高潮に達しました。そして第二次大戦を経たのち，一時は盛り返しましたが，チェーンソーの出現により山林用鋸は，しだいに使われなくなってしまったのです。

寸　法　メ　モ
1尺＝約30cm，1寸＝約3cm

≪集材≫

集材技術の変遷

森林総合研究所 生産技術部 部長 柴田順一（しばた じゅんいち）

木材の収穫・集材

森林からの木材の生産作業は，大きくて重い丸太の運搬作業そのものである。山岳林が多いわが国では，古くは伐倒した立木を丸太にして，斜面を転がし突き落として谷筋に集め，さらに渓流を利用して流すなど，自然の条件がまず利用された。馬を使って丸太を引き出す方法，木馬と呼ばれる橇（そり）に丸太を積んで，丸太を敷き並べた木馬道を人力で引く方法なども古くから行われてきた。これらの方法はいずれも作業者の労働強度は大きく，熟練を要する非常に危険な作業であり，しかも地形など自然の作業条件の制約を強く受けるものであった。

空中に架線を張り渡して，これに材を吊（つ）り上げて集材するという架線集材の方法は，山岳林が多く林道の開設が十分でなかったわが国にとっては，利用価値が高い集材手段として普及定着してきた。集材機とは伐採した材を林内から引き出し吊り上げて，林道端などへ集積するための一種のウインチであるが，空中に架設した架線装置をも含めて集材機と称することも多い。わが国の林業の中で独特の発展を遂げてきた集材機を中心に，集材架線技術の歴史を振り返ってみよう。

わが国の集材機の始まり

空中にロープを架設して物を引き寄せることや，川を渡すことは，かなり古くから自然発生的に利用された方法であると考えられる。明治中期には，2地点間に鉄線を張り渡したヤエンが林産物の搬送に利用され，大正の初期にはこれが一般化しており，鋼索も用いられた。また，鉱山関係では当時すでに索道が利用されており，明治末期には林業用索道として使われた例も知られている。

集材機と呼ぶことができる機械力を使った本格的な集材機のわが国における登場は，1914（大３）年であるといわれている。この年，当時日本の領土であった台湾の阿里山の事業所で，米国のリジャーウッド社製スチームエンジン集材機が実際に動き始めている。この集材機は，米国の平地林での大径木を集材する目的で作られた機械で，独特の架線方法を使用し，７つのドラムを備えた重量26ｔという巨大な集材機であった。本来の集材作業に使うドラムは３つで，他の４つのドラムは集材機自身の移動や架線の架設作業，丸太の積み込みなどに使用された。その後1920（大９）年に，これをやや小型にした重さ22.5ｔの５胴集材機が木曽上松の小川御料林へ輸入された。翌年の1921（大10）年には，これを手本として国産の綱島式集材機が３台製作されて，秋田，木曽，高知の集材現場へ導入されている。また，1924（大13）年には，米国製の集材機が屋久島で屋久杉の集材に使われたという記録もある。

1928（昭３）年から，米国クライド社製の60馬力のガソリンエンジンを搭載した４胴集材機２台が相次いで木曽に導入された。この集材機は重量が６ｔと当時としては驚くべき軽量で，それまでのスチームエンジン集材機と比べて移動性に富み，山岳林の集材作業に適した機械であることを証明することとなり，同型の国産集材機が製作されるようになった。日本の集材作業の条件に適した作業方法の開発も盛んとなり，集材機作業の特長を発揮し，集材機作業の有利性が広く認識されることとなった。さらに軽量で移動性の高い集材機を

目指して，1930（昭5）年ごろ，木曽型と呼ばれる3胴および2胴の国産のガソリンエンジン集材機が作られるようになり，これがその後のわが国の集材機の基礎となったといわれている。その後も林業機械メーカーと林業技術者の努力で，山岳林の集材に適した集材機の開発と生産は進められたが，第二次世界大戦により，集材機の生産は壊滅状態となった。

戦後の集材機の活躍

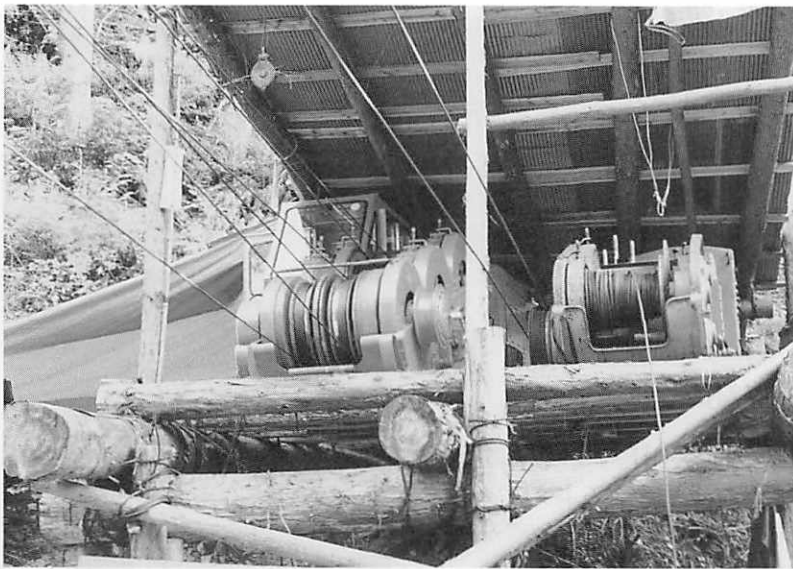
戦後，経済復興を支える木材生産の増強計画に伴い，奥地林開発も進められるようになると，戦時中の航空機技術が林業機械へ導入されたり，一般の工業技術の進歩を取り入れるなどして，林業の機械化，特に時代の花形となった集材機の開発改良が急速に進むこととなった。セミモノコック構造，自動変速機，自動クラッチ，油圧ブレーキなど，最新技術を取り入れて集材機の軽量化と高性能化は急速に進んだ。この間，1951（昭26）年には林野庁がスイスのウィッセン集材機を，1960（昭35）年にはキッペル集材機を輸入して試用している。作業条件の違いから，これら集材機そのものは定着普及することはなかったが，集材機とそれに付属する機械機具類の材質や設計の優秀性は，それ以降のわが国の集材機の開発改良に大きく寄与した。

1960年代（昭35～）半ばには，10馬力前後の小型集材機から100馬力前後の大型集材機までさまざまな機種が生産されるようになった。東南アジア向けの集材機として200馬力以上の超大型の集材機もこのころから数多く生産されている。また，主索上を走る搬器にエンジンを搭載してリモートコントロールする集材機（自走式搬器）やエンドレス専用の集材機の開発，各種の係留搬器の開発もこのころ盛んであった。自走式搬器の構想は，機構や部品を改良しながら，小規模な集材作業に広く使われる現在の機械に発展した。

▲写真① 奥地林開発に活躍した集材架線

設計計算法の普及

集材機の普及とともに，架線の張力の計算を主とする設計方法も工夫と改良が重ねられた。集材架線の普及に伴って架線設計の必要から，精密な理論式として導かれる双曲線関数を実用的に数値計算するいくつかの方法が開発された。さらに1950年代（昭25～）後半になると，放物線理論による，より簡便で実用的な架線設計法が開発された。また同じころ，複雑な設計計算を避けるため，使用条件ごとに計算結果をあらかじめ数値表として利用する方法や，計算図表による設計方法などの考案が相次いで現れた。

1961（昭36）年になると，集材架線の安全な作業の普及定着を図るため，集運材架線技士制度が制定され，放物線理論による設計法がこれに採用され，研究的な精密な解析や一部の範囲で使われ

▲写真② 今も現役で活躍する集材機

る設計法以外では，この方法が広く普及し今日に至っている。

設計基準の1つとして，主索の張力安全率は当初から2.7と定められているが，重要な主索の安全率としては値が小さい。制定する会議において3.0と2.5の主張が相譲らず，結果として間を取って2.7としたという話がある。少しでも大きな荷重を吊りたいという林業現場の実情がわかるような話である。安全率を大きくすれば吊荷の荷重を小さくするか，直径の大きなワイヤーロープを使わなければならない。その意味で安全率2.7は現実的な決定であったのかもしれない。

索張り方式の改良と開発

集材機作業では，集材機本体とともに，採用する索張り方式によって集材装置としての特長が発揮される。索張り方式は，荷重を支える主索と，荷重や搬器を操作するための作業索の組み合わせで構成される。集材機がわが国に導入された当初は，複雑な索張り方式がそのまま導入されたが，小型軽量の日本型の集材機が定着して以降は，タイラー式，フォーリングブロック式，スナビング式，スラックライン式，など基本的な数種類の索張り方式が，地形などの作業条件に合わせて選ばれて使われてきた。集材機が普及し作業技術が向上するとともに，索張り方式の改良や工夫が数多く案出され，多種多様の索張り方式の応用型が生まれた。日本独自の架線技術を形づくる開発も多い。索張り方式の応用型としては，吊荷重量を大きくするために主索を2本平行に用いる型，集材範囲を広くするために主索を横方向へ移動させる扇型やH型，搬器を固定したり解放したりするストッパーを採用する型，主索を中間支柱で支え方向を屈折させる型，などさまざまな工夫考案が争って実際に使われている。現場作業における豊富な経験から編み出された貴重な開発であるが，作業条件の違いなどのため全国的に普及するには至らなかったものも多い。普及した例の中から，いくつかを振り返ってみよう。

搬器を引き寄せる引寄索と集材地点へ返送するための引戻索を，1本の索につないで1本のエンドレス索として，1つのエンドレスドラムで駆動するというやり方がある。エンドレス索の採用は，日本の索張り方式を特徴付けるものの1つで，古くから使われている。タイラー式にエンドレス索を適用したエンドレスタイラー式の中ではこれま

でにいろいろな応用型が生み出されたが，今日でも最も広く利用される索張り方式の１つである。フォーリングブロック式の索張りにエンドレス索の方式を採用したクマモト式は，使用するワイヤーロープの量が少なく長距離集材が可能であるなどの特長を発揮し，一時期盛んに使われた。さらに，外国で使われていたランニングスカイライン式索張りにエンドレス索の考え方を適用した索張りは，根室式あるいは帯広式エンドレスなどと呼ばれ，1960（昭35）年ごろから短距離の簡便な集材架線として広く普及した。

運転操作を容易にし，使用する索を少なくするなどの目的で，係留搬器の開発も熱心に行われた。吊荷である材を搬器まで吊り上げると搬器に固定され，それ以後の操作が容易になるというもので，フォーリングブロック式やスナビング式など適用する係留搬器の開発と製品化が相次いだ。しかし，係留搬器は地形条件等の違いによって安定した作動ができないことがあるなど，汎用性に欠ける点があったこともあって，広く普及定着するには至らなかった。最近になって簡単な索張り方式で能率のよい作業を実現するため，新しい機構を盛り込んだ新たな係留搬器の実用化もされている。

搬器の改良のもう１つは，ホイスチングキャレッジ式搬器の開発である。搬器に材を吊り上げるためのワイヤーロープとドラムを内蔵し，この搬器を集材機で駆動する２本のエンドレス索で操作する形式である。1960（昭35）年ごろより使われ始めたが，地形条件等に左右されることなく容易で安定した運転ができるため，現在でも中大型架線に広く使われている。

1970年代（昭45～）になると，国有林では新しい森林施業を推進するため，小面積伐採，魚骨状の伐区を設定することとなったが，集材架線の索張り法でこれに対応する工夫として，横取り規制型と呼ばれる巧妙な方法が幾種類か考案され，成果を上げた。しかしその後は，伐区の設定方法や集材方法の変更に伴って，利用されることがなくなっていると思われる。

タワーヤーダの登場

1992（平４）年に策定された「高性能林業機械化促進基本方針」により，林業の新たな機械化が推進されることとなったが，集材機に関してはタワーヤーダが高性能林業機械の１つに挙げられて，その普及と利用技術の向上が期待されることとなった。

タワーヤーダは，主索を支える支柱と集材機本体を一体化し車両に搭載したもので，従来型の集材機の発展した形式である。タワーヤーダは架線の架設撤去に要する時間が短く，自走できるという移動性の高さが評価されている。

タワーヤーダは，40年ほど以前から北米で大型の機械が，またその後ヨーロッパでは中小型の機械が使われ始め，現在まで使用されている。

わが国においても，以前からこの形式の集材機は注目されており，国の機械開発の対象となっていた。1963（昭38）年にはトラクタに支柱を付けた形の人工支柱付きトラクタが，1964（昭39）年には同様の形で集材用タワー付きトラクタが，それぞれ試作されている。1985（昭60）年には自走式リモコン集材機が，86（昭61）年にはタワー付き集材機が試作されている。これらの開発機械は想定した性能を十分に発揮できず，普及するまでには至らなかった。1983（昭58）年に開発されたジブ付き集材機，89（昭64，平元）年に開発された小型タワー付き集材機は，現地検討会が開催されたり，一部で実用化された。これと同じころ，これとは別に小型のタワーヤーダが開発市販されるなど，タワーヤーダが一般に知られるようになった。

一方これと同じ時期に，北欧で実績の多いオーストリア製のタワーヤーダが日本に導入され，各地で試用されて，その優れた性能を発揮した。1989（昭64，平元）年にコラー社製のＫ303型タワーヤーダが静岡県に導入され，後に自走式に改装した機械が三重県にも導入された。90（平２）年にはフィストアルピネ社のタワーヤーダ“ツルムファルケ”が輸入されて，愛媛，宮崎，熊本，

▲写真③　新しい集材機・タワーヤーダ

島根県などの社有林で使用された。この機械は集材距離600mと大型であり，本格的な架線集材作業に適用することができた。

1991（平3）年には国産の大型のタワーヤーダ“クローバ”が開発市販され，ツルムファルケを手本としたMTY400タワーヤーダも三重県に導入された。これ以降，国の機械開発あるいは企業の製品開発が進み，各種のタワーヤーダが市販されるようになり，現在までに市販されたタワーヤーダは，輸入機数種類を合わせて約30種類に及んでいる。対応できる集材距離で，100～200m以下の小型，300m程度の中型，500mまでの大型と区分すれば，現状では中小型のタワーヤーダの導入が進んでいる。また近年，土木工事用のパワーシャベルに集材作業用のウインチを装備して，短距離の集材を効率よく実行できるスイングタワーヤーダともいうべき，新しい形式の機械が急速に普及している。

新しいタワーヤーダは，単に支柱と集材機を組み合わせただけでなく，運転操作を容易にし，安全で能率的な作業を実行するための種々の機構や装置，あるいは専用の搬器を装備するなど高級な機械が多い。

ヘリコプタ集材

集材作業にヘリコプタを利用する試みは，わが国では1968（昭43）年に中津川市の国有林から90tあまりの木材を集材したという記録がある。林道がない奥山からの高級材の搬出などに利用すると有効な手段である。集材作業に利用されるヘリコプタの積載量は，200kg級から2t以上まで数段階の機種がある。ヘリコプタの運行にかかる費用はかなり高いので，ヘリコプタを満度に働かせることができるように，木寄せの後，正確な重量となるよう材を束ねることなど付随する作業も多く，ヘリコプタだけで集材作業のすべてを任せられるわけではなく，別の手段で行う作業の量は多い。ヘリコプタ集材ではヘリコプタの料金が高く，その操縦には特定の技能者が必要であり，天候による制約も大きいなどの問題がある。ヘリコプタ集材か集材機集材かの選択を常に考えることは多くないだろうが，高価な材，接近が困難な林地，集材する時間，ヘリコプタのチャーター料金などの条件によっては，考慮すべき集材方法であろう。

集材機の現状と今後

1980年代（昭55～）以降の林業不況は，木材生産すなわち集材作業の減少をもたらし，集材機の利用も減少している。したがって，集材機の新たな開発改良や集材機作業の改善などの話題は少ない状態で，作業現場から発想された考案や提案なども少なく，目覚ましい進展は少なかったように見える。

そんな中で，集材機に関連した進展も見られる。構想としては新しくないが，自走式搬器の普及が挙げられる。新しい油圧機器や制御装置の採用によって，安全で使いやすい機械となって，小規模の集材にかなり広く普及している。また，従来の伝統的な架線技術を継承し，大型の集材架線の使用に優れた技術を有する作業グループが，H型架線と呼ばれる架線方式を使って理想的な間伐木の集材作業を実行していることが脚光を浴びるなど，特筆すべきことであろう。さらに，集材機の運転を容易で安全で能率的なものとするため，集材機の自動運転を目指した開発も試みられている。この自動運転の機械はまだ普及する段階には至っていないが，今後の発展の1つの方向を示すものといえよう。

集材機の今後の姿としては，タワーヤーダに象徴される簡易化と自動化の傾向はさらに続くであろう。ただしタワーヤーダは，大型でも集材距離400～500mであるから，適切な林道が配置されているなどタワーヤーダに適した条件が限られることもある。一方，従来型の集材機は汎用性も高く，相対的には安価でもあり，プロの技術者が使って効果を上げることができる。これでなければ対応できないという条件もまだまだあるだろう。しかし，高度な技能を持った技術者の減少とともに，従来型の集材機がその実力を発揮することができなくなるという危惧はぬぐえない。

戦後から1970年代（昭45～）にかけて，集材機および集材架線についての開発が盛んで，架線集材技術は大きな発展を遂げた重要な時期であったといえる。そして，しばらくやや活発でない時期を経た現在，高性能機械の導入が進む中で，戦後2度目の集材機技術の大きな飛躍が期待されている時代となった。タワーヤーダも含む集材機の集材技術の発展は，伝統的な技術に新しい技術を積み重ねて，新しい時代の技術を再構築する必要がある。

集材方法は多様化している。林道網の発達により車両系の集材方法が多くなっている。集材機の適切な利用方法とともに，多くの集材方法の比較において，適切な選択を可能とする技術開発もまた重要である。

【参考文献】

中村英碩「集材機その考え方」1965年
上飯坂 實「林業工学入門」1984年
日本林業技術協会「林業技術史」1974年
林野庁業務課資料「集材機索張り法」1974年

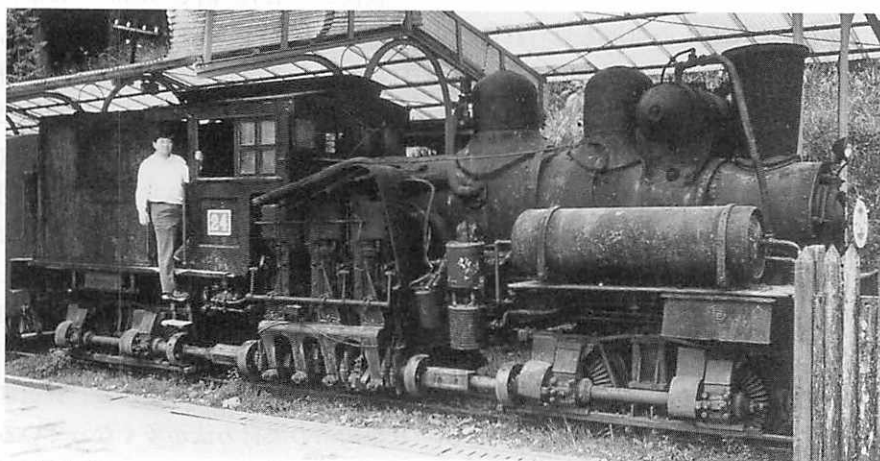
（社）日本林業技術協会支部連合会のお知らせ

日林協からのお知らせ

本年度も日本林学会各支部大会との共催として，本会各支部連合会が開催されます。ふるってご参加ください。

林学会支部 本会支部連合会	月　日	会場および備考	大会問合せ先
北海道 北海道	11.2	札幌市民会館（札幌市中央区北1西1）	北海道大学・渋谷正人 ☎011-706-3346
東北森林科学会 東北・奥羽	8.17～18	秋田市文化会館（秋田市山王7-3-1）	山形大学・神田リエ ☎0235-28-2929
関　東 関　東	10.12～13	ヌエック国立婦人教育会館 （埼玉県比企郡嵐山町菅谷728）	埼玉農林セ・加藤百錬 ☎0485-81-1533
中　部 信州・中部	10.14～15	三重大学生物資源学部 （津市上浜町1515）	三重大学・石川知明 ☎059-231-9514
関　西 関西・四国	10.27～28	まきび会館（岡山市）・岡山大学農学部（岡山市）	京都大学・松下幸司 ☎075-753-6072
九　州 九　州	10.27～28	27日：グランドホテル三隈（大分県日田市隈1-3-19） 28日：大分県立日田林工高校（日田市吹上30）	大分県林試・長野　清 ☎0973-23-2146

≪運材≫
運材の変遷とこれからの課題

東京大学大学院 農学生命科学研究科 助教授 酒井秀夫（さかい ひでお）

▲写真① 展示されているシェイ機関車（台湾阿里山）
この機関車はシェイという伐採業者が製造し，ライマ社にアイデアを売却した。その後，彼は伐採業に戻っている[2]。1893年までに450台が売れたとされ，総製造台数は2,761台。阿里山でも戦後長らくの間，20台近くが木材のほかに旅客や農産物の輸送に働いていた。

はじめに

運材とは，林内の1カ所に集積された木材を，さらに最終土場や貯木場まで運搬する作業工程をいいます。この比較的長距離大量の木材運搬手段として，機械化以前は筏（いかだ）などの水運や，重力を利用した索道が利用されました。道路網が発達した今日ではトラックが一般的となっています。四半世紀しか見聞のない身で，まして今世紀初頭のことは想像もつきませんが，文献，資料をもとに技術史観的に概括してみたいと思います。

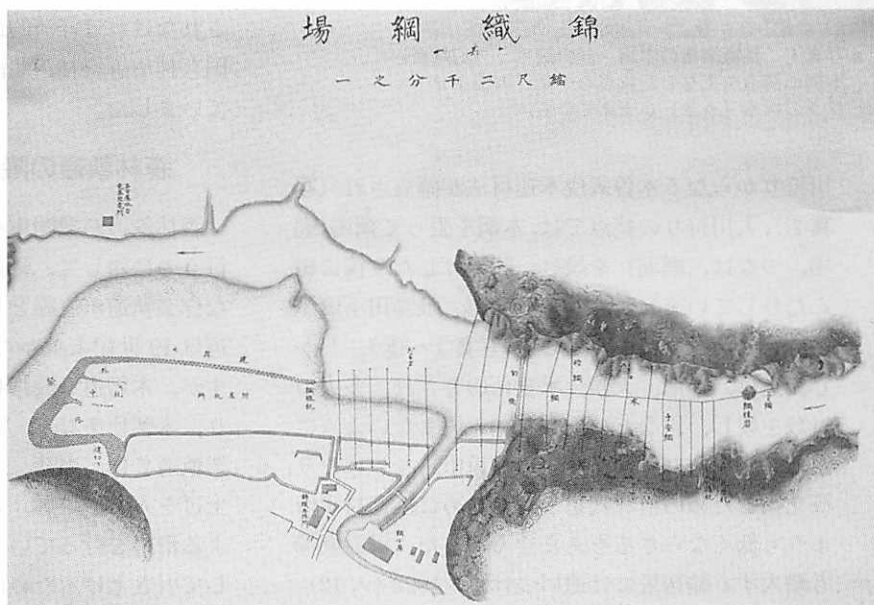
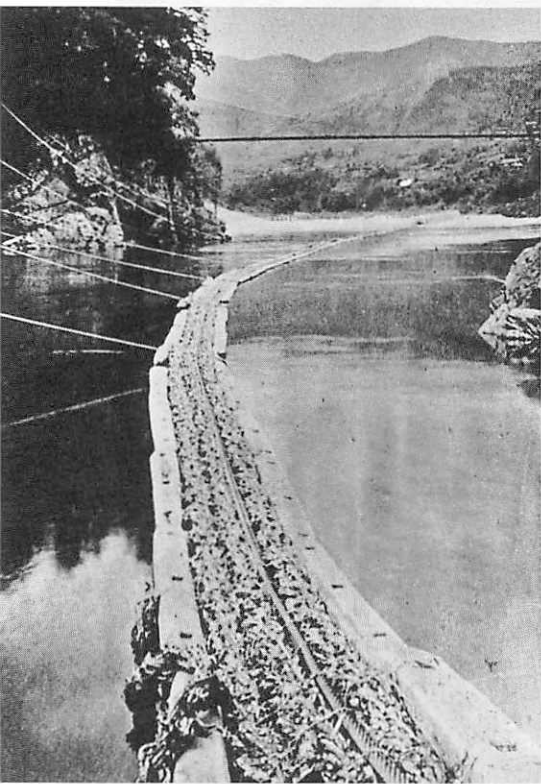
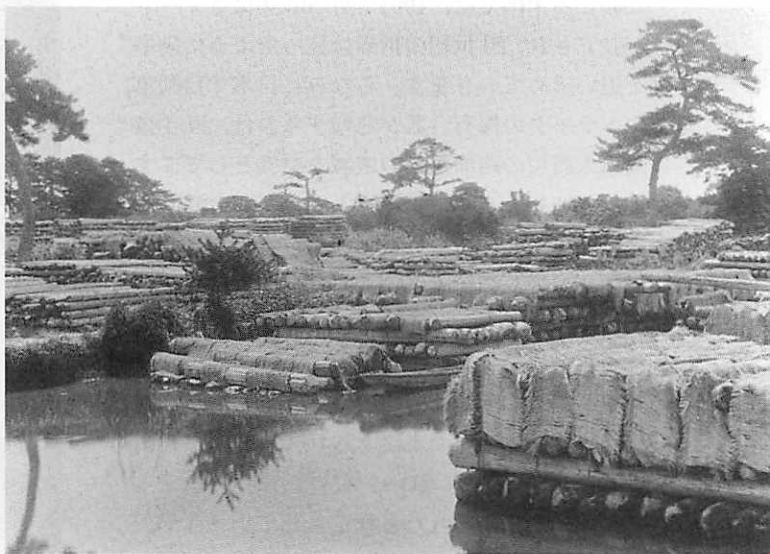
20世紀の幕開け

100年前を年表で見ると，日露開戦前夜までさかのぼります。近代国家づくりに向けて突貫工事の真っただ中にありました。このような時期，1906（明39）年に津軽半島ヒバ開発のために20ポンド軌条，軌間2尺5寸（≒2フィート6インチ，762 mm）の森林鉄道が起工されます。青森沖舘貯木場を集荷地として，津軽半島東海岸を蟹田まで北上し，西海岸の中里まで脊梁（せきりょう）山脈を2カ所のずい道で貫いて，金木・喜良市まで南下する幹線67 kmです。この幹線から支線が幾本も派生し，津軽半島を鉄道の網が覆うようになります。米国ボールドウィン製蒸気機関車3両およびライマ製シェイ式1両が導入され，建設工事に従事し，1910（明43）年から運材を開始しました。東北本線が青森まで開通したのは1891（明24）年ですが，この森林鉄道は完成後も泊りがけの見物が多かったと伝えられています。1904（明37）年ころには日本からオオカミが姿を消したとされていますが，農山村では大方まだランプや行灯（あんどん），松明（たいまつ）の生活でした。

このころ米国では，1903（明36）年にフォード社が設立され，20世紀の世界は狂ったように効率化を追い求めていきます。ちなみに日本で自動車，特にトラックの保有台数が急増するのは，20年後の関東大震災の路面電車の壊滅を契機としてです。

1911（明44）年には高低差2,244 mの台湾阿里山森林鉄道が完成し，1913（大2）年に大形蒸気集材機が米国から輸入され，集材機で集材し，森林鉄道で運材するという北米型のスタイルが導入されました。最急勾配1/16（約63‰）の阿里山ではシェイ式機関車が活躍します。この機関車は垂直シリンダの採用と歯車による独特の動力伝達のため，勾配に強く（**写真①**），前述の津軽のシェイも阿里山で試運転されたと推定されています[5)]。阿里山の技術は木曽など全国に伝播していきました。その木曽では，1916（大5）年12月に中央線上松駅を起点として小川森林鉄道19.42 kmが竣工しました。運材には，堅牢（けんろう）で重心が低く，小回りが利くことから津軽で好評だったボールドウィンが輸入され，その後木曽には20両の蒸気機関車が導入されますが，そのうち10両までを同社製が占め，1960（昭35）年まで活躍しました。蒸気機関車および後述の内燃機関車にはほかにもコッペルをはじめ内外の優れた製品がありますが，阿里山のシェイといい，火の粉を沈殿させるために玉ねぎ型煙突をした木曽のボールドウィンといい，機種の特徴を生かしたシンボル的存在となります。

▲**写真②　木曽の小谷狩り**
（東京大学森林利用学研究室所蔵ガラス幻灯板）
堰（せぎ）出しと呼ばれる作業

▲**写真③　錦織綱場平面図**（同所蔵掛軸）

それまで山中では，玉切りした木材を木馬（そり）や牛馬などの人畜力，さらには丸太を円弧状に並べて滑路とした修羅などによって水場まで集め，1本1本流す管流し（管流）に始まり，鉄砲堰，筏流しと，大勢の人たちによって組織的に下流消費地まで運ぶ水運が各地の河川で行われていました。木曽では明治初期にかけて小谷狩り，大

▲写真④　錦織綱場の本綱（同所蔵ガラス幻灯板）
本綱の構造を実写した貴重な一葉。両脇をサワラの桴木（うき）が支えている。

▲写真⑤　名古屋市熱田の白鳥貯木場に集められた木曽ヒノキ（同）
莚がかけられ，木材には頭巾がついている。

川狩りからなる木曽式伐木運材法が確立され（**写真②**），大川狩りの終点では，本綱を張って綱場（あば）（網場，つなば，網羽）を設け，陸揚げしたり筏に組んだりしていました。木曽川錦織（にしこうり），飛騨川下麻生には大きな綱場がありました（**写真③〜⑤**）。しかし流送は，季節，天候，水量に影響され，多大の日数を要し，岩などに衝突しても傷まないように丸太の両端を丸く削った頭巾（ときん）（兎巾）をつけたり，筏を組むための目戸穴をうがつために，造材歩留まりも低くならざるをえませんでした。錦織綱場も増大する輸送量には追いつけず，1923（大12）年度の事業を最後に1926（大15）年に廃止され，森林鉄道へと切り換えられていきました。

国有林においては1899（明32）〜1921（大10）年度の国有林野特別経営事業期間内に，森林鉄道75,600間（約137 km），軌道730,080間（約1,327 km）が開設され，大正末期までに森林鉄道の幹線網が確立されました。ただし，森林鉄道は多額の建設費と保線費を要し，多量の輸送量が継続確保されなければ経済的には成り立たないことから，国有林や御料林，北海道庁，製紙産業等に限られていました。

森林軌道の隆盛と代替燃料の時代

森林鉄道が機関車を用いて幹線上を列車編成を行うのに対して，幹線から伐採現場までは一時的な作業軌道が支線として作設されました。森林軌道は19世紀末葉から各地で開設が始まっていますが，木馬道を改修したり，丸太で桟橋を組んだり，木製軌条など，原始的なものでした。この作業軌道では，当初，トロリー（台車）の空車引き上げを人力や牛馬，犬などで行い，運材は人力による滑降を行っていました（**写真⑥**）。空車を連結して引き上げるために，第一次大戦後の1921（大10）年，米国ホイットコム製ガソリン機関車3 tが木曽阿寺に輸入され，成果を上げます。軌道のトロリーから鉄道の貨車には木材の積み替えが必要でしたが，1924（大13）年から木曽では制動手削減のためトロリーを2台連結し，2台1両として積み替え不要の通車輸送としました。しかし，

▲写真⑥　秋田における人力乗り下げ運材（同）
制動をかけた状態で写したものと思われる。

しうる設計になっていますが，蒸気機関車も当初手ごろな薪から木曽などでは便利な石炭へ，そして再び薪に戻っています。市内を走る一般乗用車も戦後しばらくはガス発生装置を取り付けていました。このような時代があったことも忘れてはならないでしょう。

森林鉄道から林道へ

第二次大戦後，民生用として小形低回転高出力の国産ディーゼル機関が建機用に開発されたのを機に，ディーゼル機関車が各地で本格的に導入されるようになります。なお，ディーゼル機関車はガソリン節約のために戦前木曽にドイツから輸入されましたが，牽引力と速度に遜色（そんしょく）があり，その後もドイツ製ディーゼルエンジン搭載車両が数両導入されましたが，性能はいいものの時局は代燃機関車の実用化に向かっており，普及するには至りませんでした。1953（昭28）年には，曲線通過の抵抗が小さく，大形エンジンを搭載できるように軸距離を長くし，軸重を２軸車の半分とした４軸駆動のボギー式試作機が上松運輸署に配属されました。自動無段変速機としてトルクコンバータを搭載した1958（昭33）年登場のＣ４型10ｔ車（２軸）は，湘南電車を模したスマートなその前面で，蒸気機関車に代わり本線の主役として活躍しました。運材貨車も航空機技術を取り入れて軽量化を図ったモノコック構造が製品化されました。1957（昭32）年には鉄製貨車に貫通エアブレーキが試用され，長編成が可能となり，軌道においても機関車を先頭に下げ木運材されるようになり，森林鉄道による運材はようやく完成の域に達していました。

しかし，1950（昭25）年ごろには世間のトラック保有台数は早くも25万台と，戦前ピーク時の２倍に達し，山中にも自動車社会の影が差し込みま

３ｔでは軌道への乗り入れに牽引（けんいん）力が足りないことから，1925（大14）年米国プリマウス型ガソリン機関車４ｔが導入されます。プリマウス型はその前に秋田や高知管内にも輸入されていましたが，1929（昭４）年にはプリマウス型を手本としたガソリン機関車が国産化され，以後多数導入されました。機関車は空車引き上げ後，単機で回送されますが，平坦部では運材にも用いられました。ガソリン機関車は小形軽量で小回りが利き，勾配に対する制限も蒸気機関車ほど厳しくないことから，国有林では大正末期以後終戦近くまで年間約100〜300 kmの森林軌道の建設が進められ，木材増産にあたりました。一般にトレーラなどでも荷を引いて降坂するときには制動の工夫が必要ですが，制動装置や連結器の種々の改良，考案がなされました。1929（昭４）年には十数台の連結トロリーに対して緊張索を用いた貫通ブレーキも考案されていますが，貫通エアブレーキとして実用化するには戦後まで待ちます。

1930（昭５）年ころからガソリン機関車に木炭ガスや薪ガス発生装置を取り付けることが試みられ，戦後まで代替燃料で木材生産が続けられました。ボールドウィンなども元来燃料に木材を使用

す。1955（昭30）年に林道規程が制定され，1958（昭33）年策定の国有林生産力増強計画では林道網計画が樹立されます。1959（昭34）年の国有林林道事業合理化要綱では，林道の新設路線は原則として自動車道に限り，森林鉄道も自動車道へ切り換えることが方針として打ち出されました。森林鉄道は弾力的な運用を苦手とし，施設自体も老朽化し，人工林の間伐の必要性も高まっていました。国有林においては，ピーク時の1952（昭27）年度には1級，2級合わせて6,183 kmを覆っていた軌条も淡雪のように消え，木曽では1975（昭50）年に約60年にわたる幕を閉じました。現在は屋久島などの軌道や保存鉄道でしか見ることができません。

トラックの時代

伐採地の奥地化，集材機作業の長距離化によって林道の必要性が急速に高まり，トラック運材が一般化します。国有林では1962（昭37）年に集材機による全幹，全木集材の推進が図られています。各地の河川で行われていた筏流しも，トラック輸送の普及，ダムの築造により姿を消していきます。水量豊富な熊野川のダム下流で続けられていた筏（ばつ）流（りゅう）も1960（昭35）年には陸送に変わりました。1964（昭39）年，能代営林署における米代川筏流しを最後に，筏流はわが国から姿を消します。

戦後植林された針葉樹が間伐期を迎える1975（昭50）年ころから，民有林では簡易に作設できる作業道とともに国産小形運材車が普及し始め，独自の機械化が始まります。1973（昭48）年の改正林道規程では設計速度の概念が導入され，規格構造も道路構造令の3種4ないし5級に準じ，一般道との接続が重視されます。

しかし，1980（昭55）年から立木価格の下落が長期的傾向として著しくなり，周知のように国内林業を圧迫するようになります。このような流れを辛うじて押しとどめたのが，1986（昭61）年ころから北欧から導入された油圧グラップルクレーンです。グラップルクレーンは木材の荷役作業を容易にし，飛躍的な作業能率の向上をもたらしました。油圧機構はエレクトロニクスと組み合わせることにより，制御も高精度化，多機能化され，今なお発達段階にあります。余談になりますが，油圧の登場がなかったら，日本の林業はおろか北欧の今のバイオマス発電の収穫作業なども支えることができなかったでしょう。北米や熱帯の天然林大径木林業の先行き短い一人勝ちを許し，化石燃料時代の寿命を縮めたかもしれませんが。

終戦直後は木寄せ集材費が伐出経費の半分近くを占めていましたが，集材工程の機械化と合理化により，造材コストが相対的に高くなってきました。そして造材コストはプロセッサやハーベスタなどの導入により効果を上げています。今は人件費の占める割合が高く，諸税等も含めた必要経費が多いトラック運材のコストが高くなっています。将来，人工林の大径木化に伴い，伐木造材・集材のコストが5,000円/m³を安定して割ることが期待されていますが[10]，せっかくそのような低コスト化を図っても，トラック運材や，労災保険，市場等の経費が高くつくと，1万円/m³を簡単に超えてしまい，たちまち外材との競争力を失ってしまいます。

海外では，長材化やトレーラ化によって積載量の大量化を図っています。高性能林業機械化促進基本方針に即して示された林道網整備指針1991（平成3）年によれば，大形機械の輸送に対して車道幅員4 m以上とし，状況に応じて2車線構造や路面舗装を行うこととし，小形機械の運搬に対しては車道幅員2 m以上としていますが，民有林林道において車道幅員が規格上4 mである1級林道は林道の1割くらいです。当面は大形車への積み替えのための土場を整備し，輸送の共同化，ネットワーク化によって木材および機械の輸送計画の最適化を図ることが現実的でしょう。そして今後は，木材利用の抜本的な川下対策が必要です。

将来，森林の木質バイオマス資源としての収穫も本格化するようになれば，枝条圧縮装置の開発や，エネルギーのハイブリッド化，低公害化も必要でしょう。木質エネルギーによるトラック運材もかつてはヨーロッパなどで実験されたことがあ

▲写真⑦　津軽森林鉄道跡
難所として貫通を断念した喜良市から内真部間も今では県道が開通しているが，かつて一部は森林鉄道であった。左下に碑が見える。トロッコが右往左往している往時が太宰 治の「津軽」に描かれている。

ります。ハイテク機械による国内林業の活性化が，海外天然林の生物多様性の保全につながるという一面もあるかと思います。

システムの世代交代

多くの人の経験の蓄積と技術開発の試行の繰り返しによって完成された流送や森林鉄道も，集大成を見たときには時代はその先を行っていました。短時日のうちに転換を余儀なくされ，働く人の転職や廃業も伴いました。このようなシステムの交代は，貫いてきた営みの重みがあります。

森林鉄道に関しては林業経営上の立場から論じられることが多いですが，当時の路線計画，設計，施工に関しては土木技術者の並々ならない労苦があったものと想像されます。機関車の操作，保守，運用，鉄道技術者の養成，教育にも興味深いものがあります。1915（大４）年に架けられた木曽の鬼淵の鉄橋は産業遺産としても意義深いものがありますが[6]，知られることなく埋もれている路傍の人力石積みなどの足跡も，いたずらに風化させることなく，大馬力の機械を中心にチームワークで木材資源を搬出していた時代が現前していたことを語り継ぐ必要もあると思います（**写真⑦**）。資源の大量の消費の上に現在が成り立っているとすれば悲しいことですが，現在は過去からつながり，健全な未来へのヒントでもあります。

【主要参考文献】

1）伊東芳男（1983）吉野川上流史．清文社．
2）Drunshka, Ken & H. Konttinen (1997) Tracks in the Forest. Timberjack Group, Helsinki.
3）樹齢百年編集委員会（1986）樹齢百年―青森営林局の一世紀―．林野弘済会青森支部．
4）各務賢司編集（1979）錦織綱場．八百津町教育委員会，岐阜．
5）小熊米雄（1989）日本の森林鉄道上巻蒸気機関車編．プレス・アイゼンバーン．
6）森下定一解説（1998）写真集思い出の木曽森林鉄道．郷土出版社，松本．
7）日本いかだ史研究会（1979）桴．日本いかだ史研究会，名古屋．
8）日本林業技術協会編（1974）林業技術史第４巻．日本林業技術協会．
9）西　裕之（1987）木曽谷の森林鉄道．ネコ・パブリッシング．
10）酒井秀夫（1999）森林作業の現在から未来へ．林業技術No.693．

≪運材―エピソード≫

復元された鉄砲流し

彩の国ふれあいの森管理事務所 所長 江原洋夫（えはらひろお）

良質の木材を山間奥地から搬出するにあたり，古くからさまざまな技法が考案されてきました。その1つに鉄砲流しがあります。鉄砲流しは，鉄砲堰（ぜき）と呼ばれる木材でつくったダムに溜（た）めた水を，一気に放流することで木材を下流に流送する技法です。

群馬県，長野県に境を接する奥秩父の大滝村中津川に鉄砲流しが伝えられたのは，大正時代です。静岡県大井川上流の井川山林で働く木材流送夫や，大井川に出稼ぎに行った大滝村の流送夫らによって，「秋田式」と「越中式」が伝えられました。基本的な構造は共通しているものの，**窓**（放水口）を開ける際の仕掛けに違いがあります。**ナカザオ**の下を払って**窓**を開けるのが秋田式，上が外れて**窓**が開くのが越中式です。架線や森林鉄道，トラックなど，現在の輸送手段ができる以前の木材の運搬方法でした。

＊　＊　＊

埼玉県では，1994（平6）年，大滝村中津川に『彩の国ふれあいの森』を開園しました。奥地天然林を中心とする森林，景勝地，原生林等の恵まれた自然環境を有する中津川県有林約3,000 haを，次代に引き継ぐにふさわしい森林として整備し，県民をはじめ首都圏の人々を対象として，自然教育の場，森林浴，森林レクリエーション等さまざまな活動の場として提供し，自然の尊さや森林が果たす役割を理解してもらい，県有林の多目的利用と併せて過疎地域の活性化を図ることを目的としています。主に，中津川地区の住民で組織されている「中津川ふれあいの森こまどり会」には，支援団体として施設の運営に協力をいただいています。

＊　＊　＊

大滝村中津川は，埼玉県内で唯一鉄砲流しが伝

正面図（下流側）

A　B　イレギ　ウワネダ　ベラボウ　ホウシ　アシガカリ　ソコネダ　ベライタ　ナカザオ　ナガシ　A′　B′

側面図

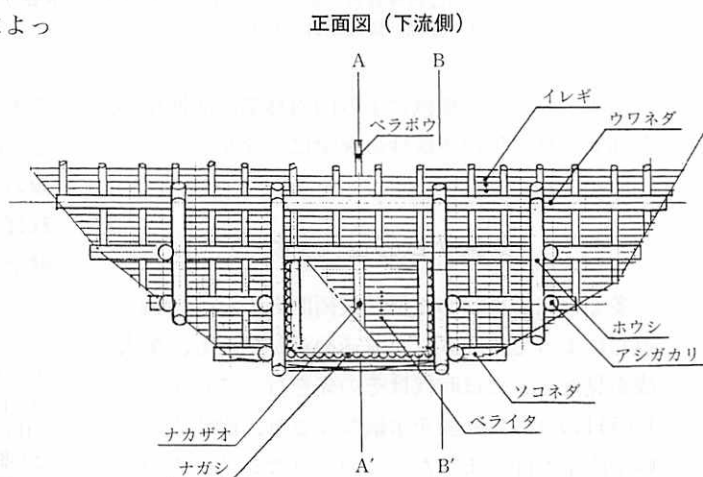
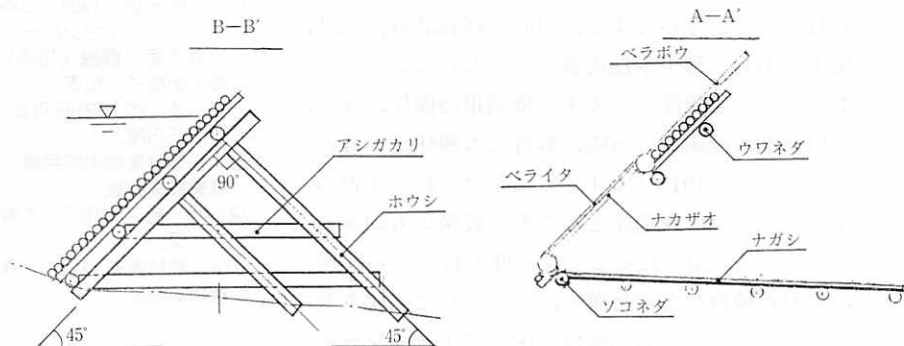
B―B′　アシガカリ　ホウシ　90°　45°　45°

A―A′　ベラボウ　ウワネダ　ベライタ　ナカザオ　ナガシ　ソコネダ

▲図　鉄砲堰概略構造

▶「ウワネダ」に「オ」を固定する

▶上流側築堰状況

▶下流側築堰状況

承されている地域です。「さいたま川の博物館」からの要望もあり，彩の国ふれあいの森管理事務所と支援団体の協力により，1996（平８）年，秩父郡大滝村大字中津川字大山沢，彩の国ふれあいの森，原生の森内の大山沢に復元した越中式鉄砲堰は，その後同管理事務所が，森の文化講座として毎年イベント事業に活用してきましたが，1999（平11）年夏の大雨により両岸が崩壊したためやむなく取り壊し，再度復元したのでその概要を紹介します。

大滝村中津川には，この鉄砲流しが姿を消してから40年以上たった現在でも，住民の中に当時の様子について詳しく，模型をつくるほど記憶している人が現存していることから，昔の技法を後世に残すべく復元したものです。型式は取り壊したものと同様に越中式鉄砲堰で，高さ３m，幅14mです。昔のものに比べると半分～1/3の規模です。なお，大山沢には３基の鉄砲堰があって，1935（昭10）年まで実際に使われていました。

＊　＊　＊

2000（平12）年３月，延べ人工数180人の労力と22日間を費やし完成しました。施行は，地元住民で鉄砲堰に詳しい人たちも作業員になっている，埼玉県造林企業組合に依頼しました。

まず，築く場所は，前回復元したのと同じ沢を踏査し，両岸が水圧に耐え得る堅固な岩場であること，放水したときに下流が安全であること，水を溜める懐が広いこと，施工性，などを考慮して決定しました。作業開始前に，安全祈願のため，山の神を拝むことから始められました。大石の重なり合う渓床の整地，材料の搬入・加工等事前準備が終了すると，いよいよ本体の組み立てにかかります。

２本の横木が沢を横断するように据えられます。上の横棒を**ウワネダ**，下に据える横棒を**ソコネダ**といい，それぞれミズキ，シオジを用いました。このウワネダと**ソコネダ**に**オ**と呼ぶ支えの縦棒を立てて固定します。**オ**の支えに**ホウシ**を立て，さらに**ホウシ**の固定に**アシガカリ**を結束します。固定，結束には場所に応じて「鉄砲釘（くぎ）」「カスガイ」「ワイヤー」を使い分けます。ワイヤーで結束した隙間（すきま）には，**ヤ**と呼ぶミネバリやシオジでつくった楔（くさび）を何本もしっかりと打ち込み，部材の重量，水圧，負荷の具合を経験で推測し，びくともしない頑丈な物に組み上げます。７～９人による人力作業が主で，危険が常につきまとうため慎重に進められます。下流の流心部にあたる方向に向け，溜めた水を流す放水路**ナガシ**をつくります。今回はヒノキを現地で加工した半割り丸太を用いました。次に水を溜めるために丸太で堰の壁をつくります。この丸太を**イレギ**と呼び，隙間がないように横に積み上げ，固定します。壁づくりと並行して**窓**と呼ぶ放水口も**ナガシ**に合わせてつくります。放水口

◀ 窓

▼表　今回復元した鉄砲堰の主な材料

材料名	樹種　数量　規格等	用途
木材（丸太）	ミズキ　1　約14 m	ウワネダ
	シオジ　1　約8 m	ソコネダ
	ヒノキ　約300本	オ，ホウシ，アシガカリ，イレキ，ナガシ，窓枠
	クリ　2本	窓枠
	ホウ　2本	ベラボウ，ナカザオ
〃（加工材）	米マツ　24枚　窓面積分	ベライタ
	ミネバリ，シオジ　約500本 断面5～7 cm，長さ約25 cm	ヤ
ワイヤー	約400 m	部材の結束
カスガイ	約300本	部材の固定
鉄砲釘	土木工事のアンカー用鉄筋 約400本，長さ20 cm	部材の固定

◀ 湛水状況

▲ 試運転時の放水状況

は，中央部に縦に据えられる**ナカザオ**と呼ぶ支えを使用して，**ナカザオ**の左右に各12枚の**ベライタ**を横に積み上げて塞（ふさ）ぎます。**ナカザオ**は**ベラボウ**と呼ぶ棒を引くことによって外れるようにつくられ，**ベライタ**が水圧によって崩れ，一気に放水される仕組みになっています。**イレギ**や**窓**ができ上がると隙間に苔（こけ）をしっかり詰め込み，さらに土もかけて水漏れ対策を講じます。これで越中式鉄砲堰の完成です。

放水口を塞ぐ**ベライタ**，**ナカザオ**は，沢水が流れ抜くようにふだんは取り外しておきます。

4月17日，鉄砲流し試運転の日，好天に恵まれ朝8時から鉄砲堰づくりに携わった作業員で湛（たん）水作業を開始。**ベライタ**と**ナカザオ**はあらかじめ流れ留めをつけ，**窓**に積み上げて放水口を塞ぎます。水が溜まるにつれて大きな漏水箇所が現れるたび，そこへ土を流し込んで止める作業が続きます。湛水中この漏水に常に気を配りながら，心の片隅にわずかな不安も抱きつつ無事終了することを願い，放水予定時刻の午後2時を待ちます。20分前の段階で満水時の約8割の水位になりました。

水の流れる下流の安全を確認し，その瞬間を待ちます。作業員や，ひと目見ようと押しかけた地元の大勢の視線が注がれる中，午後2時，**ベラボウ**に結ばれたロープを作業員ら4人で，一，二，三の掛け声とともに力強く引く!!　**ナカザオ**と**ベライタ**が外れ，“ドッカーン”とも聞き取れる大きな音とともに，せき止められていた水が，放水口から飛沫（しぶき）をあげて一気に吐き出されました。ものすごい迫力!!　溜まっていた水は5分もたたないうちに流れ去ってしまいました。

仕事をやり遂げた作業員らは，大きな拍手の中，成功した安堵（ど）感と喜びを分かち合っていました。

【引用文献】

『鉄砲流しの成立と伝播に関する考察』，岡本一雄，紀要2号，さいたま川の博物館，2000.
『鉄砲流し①・②』，鶴岡政明，林業新知識530・531，全国林業改良普及協会，1998.

≪運材―エピソード≫

木曽谷森林鉄道の軌跡
――支えた状況と技術

元・長野営林局 生産技術主任官
（元・上松運輸営林署 機工課長）
牛丸登正（うしまるのりまさ）

はじめに

旧長野営林局管内における森林鉄道は，軽便軌道を含めれば管内全域に多数の路線がありましたが，何といっても国有林材の蓄積も豊富で，かつ天然大径材が産出された木曽谷をもって代表とされてきました。ここでは，この木曽の森林鉄道にまつわる埋もれた技術やエピソードについて，体験や聞き取りにより述べたいと思います。

1913（大2）年に小川線（上松署部内）が着工されて以来，全体では53の基幹路線，総延長430 kmが敷設されました（図①）。これらの森林鉄道は，狭あいで谷深く，かつ山ひだの多い現地（**写真①**）において，伐採された木材を効率的に国鉄中央西線沿線まで搬出し，時代の要請に応（こた）えつつ，やがて自動車輸送に切り替わるまでの半世紀にわたり，唯一の輸送手段として稼働したのです。

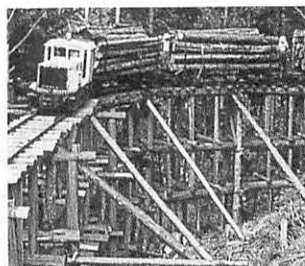
▲図①　木曽の森林鉄道網の概要
「森林鉄道分布資料」上松営林署1978（昭53）年発行をもとに一部略記。

今日振り返ってみても，森林鉄道が地形上，極めて困難な条件のもと，鉄橋やトンネル，桟道（**写真②**）などを建設し，区々それぞれの実地に対応して敷設され，維持管理されてきた労苦と技術面の事例は，限られた誌面では述べきれない貴重なものが多くあります。

森林鉄道の規格など

まず構造・規格について触れますと，路線規格は地形条件によって1級と2級線に区分されていました。この1，2級線は固定の路線であり，その先線は，作業軌道と称するいわゆる臨時仮設的路線で，必要に応じ数多く敷かれていました。この軌道は，伐採地の移動に伴って敷設または移設が行われるもので，その構造は丸太を組み立て，支えをあてがって路台とし，その上に線路を敷いたものです。前述の総延長430 kmにはこれらの作業軌道は含まれていません。1，2級線の主な構造規格は**表**（次ページ）のとおりです。

森林鉄道の保守管理

1級，2級線の保守については，営林署職員である保線手が担当し，仮設の作業軌道は伐採作業の請負事業体の作業者によって，作設および日常の保守が行われていました。また，1，2級線には保線区が設けられ，責任範囲が定められていました。保線手は毎日早朝，線路の点検を励行してその日の列車運行の安全を期し，また，降雨，降雪，台風時などには落石や土砂崩落，倒木の有無について臨時の見回りも行いました。各路線は高冷地であるため冬期は道床が凍上するので，線路や枕木の狂いを補整したり，多くの労力が費やされたものです。除雪作業は全線をすべて手作業（後に専用ラッセル車を導入）で行われ，早急に開通

▶写真②　同線1級区間（写真①とも昭和40年代撮影）

＊写真①，②とも「思い出の木曽森林鉄道」郷土出版社より転載。

◀写真①　王滝鯎川線支線助六軌道の2級線

▼表　1，2級線の主な構造規格　　「森林鉄道保線心得」長野営林局1956（昭31）年6月より抜粋

種別 級別	使用軌条 （m当たり重量）	道床高 （路盤）	枕木			軌条間隔	曲線半径 （R）	護輪軌条 （ガードレール）
			寸法cm**		間隔cm			
			普通区間	橋梁など				
鉄道1級	12kg以上	22cm （19cm）*	150×15×12	210×20×18	レール継目31 橋 45 その他 64	76.2cm	30m以上	R60m以下に設置
鉄道2級	10kg以下	17cm （15cm）*	150×15×10	180×18×15	同　上	同　上	10m以上	R30m以下に設置

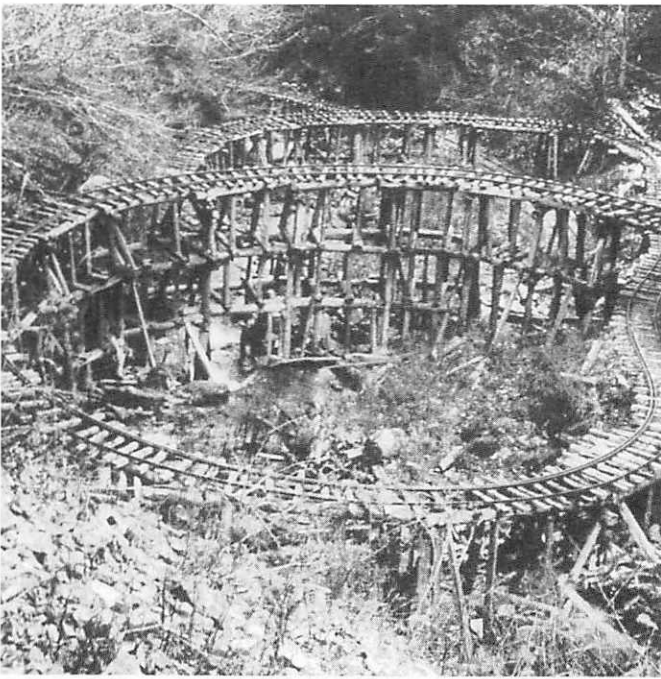
注：＊＝地質良好の場合の最低基準。＊＊＝長さ×幅×厚さ。

するには，不足する労力を沿線地域の人々の応援を得て実施されました。谷寄りなど雪崩（なだれ）の箇所がある場合は，雪が固まって堅く，作業には時間を要したといいます。そのほか，橋梁（りょう）や断崖の桟道など高所において老朽化した枕木を交換する場合，枕木を側方に抜き取って新しいものを差し込むという作業があったのですが，今日のように防護措置が十分でなく危険な思いをした，と保線経験者は話しています。

作業軌道の作設と維持

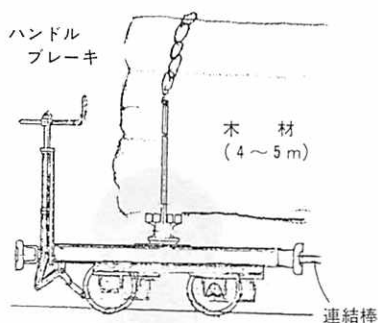
先に触れたように，作業軌道は本線に比べて使用期間が限られるもので，その作設は林地から丸太を求め，支柱を組み上げて軌道を敷くものです。この作設では機関車重量（5～10 t）や貨車および積載材の荷重に耐えられる強度を考慮してつくることとなります。しかし，設計をしたり作図したりすることもなく，専ら，日傭代人（運材作業の統率者）といわれた人の経験と勘により指揮されつくられたものであると伝え聞いています。特に地形が急で谷深い場所では，丸太組みが3階とか4階建ての木組みによってつくられていました。

特異な構造の軌道箇所

木曽川最上流の支流にあたる笹尾沢（薮原署部内）に1930（昭5）年につくられたループ軌道についてですが，現地は懐が広く勾配の急な地形です。この場所にスイッチバックと組み合わせたダブルのループ線がつくられていました。この作設は前出の日傭代人を当時していた田村安吉という大ベテランの人が主となって，ハンドレベルで傾斜度を求めた程度で，特段設計図によることもなく，作業班を指揮して大規模なループ線を組み上げたものと聞いています（**写真③**）。この作設技術は記録として残っていませんが，特筆すべき優れた技術であったものと考えます。

▲写真③　小木曽線支線の笹尾沢ループ
「小木曽森林鉄道」薮原営林署1977（昭52）年発行より転載。撮影1930（昭5）年，撮影者不詳。

ループを俗に“うず巻き”と呼んでいましたが，この場所の下げ荷運材は，荷重の関係から機関車の牽引（けんいん）ではなく，2～3車の運材車単独で，“乗り下げ”と称して特装のブレーキにより人が操作して下げ荷が行われたものです。そして，下方本線上で，正規な列車に編成されていました。うず巻き部では，揺れる，車輪がキシむ，浮き上がりかけながら車輪が回る，という状況でした。もっとも，ある程度の揺れがなければ脱線につながりかねないほどの急カーブであったわけです。このほかにも木曽の中では4階建て構造の箇所もありましたが，地形が険しい場所を含めて，脱線や転落等人身事故があったとは伝えられていません。

運材列車の編成や運行

運材列車1車とは，台車2両を間隔をおいて並べ，中間を連結棒でつないだもので，その上に材を積載します。材の長さに応じて連結棒で調整す

◀図② 運材用の台車模式（長野営林局使用型のモノコックトロリー）
局の図面を簡略化したもの。1949（昭24）年導入。

る仕組みでした（図②）。1車の積載量はおよそ6m³，生材の場合約6tの材重，台車重量は750〜760kgあるので2両で約1.5t，したがって運材車1車は，7.5〜7.8tぐらいであったと考えられます。これを1列車に編成する場合，路線によって差違がありますが，少なくて10〜12車，王滝線などでは16〜18車と多く運材されたものです。これほどの列車を5〜10tの機関車（当初はボールドウィンなど蒸気機関車，その後ガソリン，ディーゼルの内燃機関車に置き替わる）で牽引したので，関連する機器類や線路の保守管理には相当の苦労が伴ったものです。

制動手の活躍

運材列車には制動手という職種の職員がいて，機関車運転手を助けて列車の運行にあたりました。急勾配や急カーブ区間において，機関車のブレーキだけでは総重量100tを超えるような列車のコントロールは不可能です。このため，各台車ごとに付いているハンドル型のブレーキによって，制動手が1人で2車程度を担当して，運転手と呼吸を合わせブレーキ操作をします。このとき列車は走行中ですから，1両のブレーキを締め，または解放して，積んだ材越しに次の車両に素早く乗り移ってブレーキ操作をしなければならず，それは実に早業（はやわざ）で対応する活躍ぶりでした。しかし，昭和30年代に機関車から各台車に貫通するエアブレーキが導入され，省力化されました。

また，線路に雪があったり，雨でぬれ思わぬ滑走を始めたり，分岐点などで“割り込み”といって，列車の一部が別の線に入りかけて脱線したり，こういう場合急停車をします。その反動で積載材が突き出すことがあるので，制動手は前後の材に挟まれないよう，機敏に列車横へ退避して身を守るなどの状況もありました。

森林鉄道の輸送力

長野営林局管内木材の生産量は，1959（昭34）年ごろまでは年間およそ28〜29万m³ほどでしたが，1960（昭35）年に30万m³を超え（前年の伊勢湾台風により風倒木処理が始まる），ピークとなった1964（昭39）年〜1972（昭47）年の9年間は，連年40〜46万m³に及ぶ生産量が続きました。このうち，木曽谷における生産量は，年度により若干の増減がありましたが，およそ27〜32万m³であったと推算されます。

なお，森林鉄道輸送が占めた数量は，一部にトラック輸送が官民併行で行われ，正確を期すことが難しいのですが，おおよそ23〜26万m³と思われます。材鉄廃止まで残存し稼働した路線の輸送力は，かなり高いものであったと推測されます。

上松運輸営林署

通常の営林署とは異なり，造林や木材生産を行わず，他署生産の木材運送とその販売，また，営林局管内各営林署の機械，車両の修理を一手に行うという特殊な性格の営林署でした。大正初期から建設が始められた森林鉄道の小川線ならびに王滝線沿線は，木曽の国有林の中で最も豊富な木材資源を持つ地帯であり，長野営林局管内のおよそ30％に及ぶ木材が産出されました。それらの木材を国鉄中央西線上松駅まですべて輸送し，木材の大集散地を形成すると同時に，その販売事業が併せ行われてきました。

機械車両修理工場

森林鉄道が遂次木曽谷各地に建設されるに伴って，当初は鍛冶加工程度から始まった修理工場は，機関車や木材運搬車が増加することとなり，やがて集材機，ブルドーザをはじめ，林業機械器具類全般を含む総合的修理工場に発展拡充され，森林鉄道を支える技術センターでもあったのです。

かつて木曽谷には民間の機械関連企業が全くなかったこともあって，林鉄を維持管理していく必要から工場への期待は大きく，技術的にも遂次高度化していくこととなりました。内燃機関のオーバーホールはもちろんのこと，木材運搬車の車輪（チルド鋳物）の鋳造や部品の製造，林鉄人送客車なども製作し，機械加工面では高精度の要求をもクリア，営林局管内全般をカバーして活用されました。林鉄とともに磨かれてきた技術の素地もあって，昭和50年代当初には，白ろう病対策で開発したリモコンチェーンソーで特許権を取得した事例もありました。

≪林道・路網≫

林道計画技術の理論と実際

岩手大学 農学部附属演習林 助教授 澤口勇雄（さわぐちいさお）

はじめに

“林道”という用語やその意義が論述され始めた時期は定かではありませんが，すでに1886（明19）年の大日本山林会の発表論文に「林道設置の説…」という記録が見られます。西洋林学が導入されて日も浅いこの時期，国有林野は経営の確立期で林区署制が発足，東京帝国大学では林道と関係の深い学問分野である森林利用学の開講時期と重なっています。

「林道」という用語を1世紀以上にわたって用いてきたわけですが，林道の種類や意義は時代によって多少異なるのは無論のことです。運材の主力が流送だった当初は，林道の開設は盗伐を容易にするなどとまじめに唱えられたとされ，牛馬道や歩道がわずかに開設されたにすぎませんでした。

国有林では，国有林野特別経営事業が開始される1899（明32）年以降，森林土木事業が本格化し，車道を主体に森林鉄道や森林軌道が発達しました。特別経営事業の終了（1921（大10）年）とともに資金的に大規模な森林鉄道への投資は困難となり，代わりに森林軌道が重視されます。自動車の発達とともに自動車道の開設も始まり，索道もしだいに設置され，このような状況が終戦まで続きます。

民有林では，1926（大15）年に「林業共同施設奨励規則」が定められて以降，国庫補助による林道事業が開始されますが，終戦までの開設実績は車道が大部分で牛馬道や木馬道が続き，森林軌道や森林鉄道はわずかばかりでした。

今日，「林道＝自動車道」をイメージしますが，これは戦後の自動車の驚異的な発展・普及によってもたらされたものにほかなりません。このことを林道の構造を定めている「林道規程」で見てみますと，1955（昭30）年の制定時には，森林鉄道，索道，自動車道，車道，木馬道，牛馬道，流送路の7種類が林道とされています。それから約20年の時節が流れた1973（昭48）年の大改定で，自動車道，軽車道，牛馬道，木馬道に，1988（昭63）年の改定で自動車道，軽車道が林道とされますので，平成に入ってようやく，名実ともに「林道≒自動車道」という図式が成立しました。なお，軽車道とは，全幅員1.8m以上3.0m未満のもので，軽自動車の通行できるものとされています。

本稿では，民有林を中心に林道に関する長期計画と，それを支えた理論の変遷を中心に以下述べることとします。

マチュース理論と林道計画研究

ミシガン大学教授マチュースの「林業の原価管理」の著作（1942）で展開された理論ほど，林道計画研究と林道行政の長期計画にインパクトを与えたものは見あたりません。この理論を基礎に，わが国では世界的に見てもレベルの高い数多くの研究が行われ，研究成果は，林野庁の長期計画策定に多大な影響を与えて今日に及んでいます。

マチュース理論をわが国に紹介したのは，当時東大助教授の加藤ですが，自著「伐木運材経営法」(1952)の中で，すでに故人だったマチュースに対して「同教授の霊に最大の敬意を表する」旨が述べられています。これは，伐木運材事業でややもすると，伐木運材の技術面と林業経営の経済面とが遊離する傾向にあった当時の実務に対して危機感を持っていた加藤が，理論的解決策をマチュースの著書によって見いだしたと述べていることか

らも，影響の大きさがうかがい知れます。

マチュース理論は,「集材費と林道開設費の合計を最小とする林道間隔を最適とする」という理論です。マチュースは理論モデルを簡易にするために，林道開設によって集材費と林道開設費以外の林業生産コストは不変と仮定して，最適林道間隔を求めました。

上飯坂（1963）はマチュース理論を用いて出材量と林道開設単価ごとに適正林道密度を試算しました。加藤（1967）は，わが国のような急峻な山岳林では，マチュース理論から林道間隔を求めた後に，これをもとに密度を求めるのは無理があると考えて，マチュース理論を基礎として(1)式に示すような適正林道密度公式を考案したのです。

$$50\sqrt{\frac{S\times V\times(1+\eta)(1+\eta')}{R}}\cdots\cdots\cdots(1)$$

ただし，S（集材費（円/m³・m）），V（素材生産量(m³/ha)），R(林道開設単価(円/m))，η(林道迂回率)，η'（作業道迂回率)。

この式の検証は，全国の森林利用学関連の大学研究者や林野庁，林業土木コンサルタンツ等，産官学一体となって行われた林道研究の記念碑的事業でした。この研究が，その後の林野庁の林道長期計画に多大な影響を与えて，今日に及んでいることは申すまでもありません。

適正林道密度公式が公にされるのと前後して，南方（1968）はマチュース理論を基礎として最小林道密度や限界林道密度を，大河原（1964）はトラック作業道密度を求めて，実際の配置モデルを示しています。

高密度路網営林法を打ち出した青木（1970）は，自動車道を50 m/ha以上入れたとき高密度林道網と呼ぶとして，林業経営での高密度路網の重要性を説きましたが，これに呼応して定山渓営林署や掛川営林署など各地の国有林野で高密度路網が実践されています。

南方（1977）はさらに，適正林道密度公式に歩行費を加えた(2)式を基礎路網密度として発表しています。

$$50\sqrt{\frac{S\times V\times(1+\eta)(1+\eta')}{R}+\frac{K\times Cw\times Nw\times(1+\eta)}{500\times Sw\times R}}\cdots(2)$$

ただし，(2)式の左項は(1)式と同じで右項は，K（歩行距離係数），Cw（労務費単価（円/hr・人)），Nw（労働投入量（人/ha)），Sw（歩行速度（km/hr))。

林野庁はこの式を「森林資源に関する基本計画」(資源基本計画)における林道計画延長を求めるための理論式として採用することとなるのですが，この式は林道が単に素材生産の便益ばかりでなく，林業経営全般やそのほか多方面に及ぶ効用があることから，これらの総体を森林に投入される労働力として評価して，林道密度を得ようとするものでした。これは，低迷する林業振興のために少しでも計画林道密度を高めたい林野庁の思惑に合う理論でした。さらに南方ら（1985）は集材システムに着目して，林道と低規格の林道による規格の異なる路網からなる複合的路網を提唱し，急峻地形であっても50 m/haに近い路網密度が経済的な条件を提示しています。

このほかにも，架線集材に関して合理的林道密度の算定式を導いた大川畑（1988），酒井（秀）(1987)は林道の輸送に着目して林道規格の階層化や循環路網について言及して，最低規格の林道による飽和密度を考案していますが，いずれも高密度路網への指向が認められます。

林道配置に関する研究

マチュースは経済的合理性から最適林道間隔を決定しようとしたのに対して，対峙する別の考え方がありました。これは，この方式が適用されていた地域がオーストリア，スイス，ドイツなどであったために，しばしば「中欧方式」と呼ばれるものです。この考え方は,「最適な集材法に適する林道配置が最適林道密度である」，すなわち「林道密度は集材法によって決まる」というものです。この方式の弱点は，林道開設費が含まれていないことからもわかるように，本質的に経済合理性の点で弱いことです。

中欧方式の代表的な研究者はオーストリアのペスタル（1963）やハフナー（1964）でした。ペスタルは山岳林での伐出システムとして中距離架線集材とトラック運材の組み合わせを最適と想定して，500 m 間隔の林道網がよいと主張しました。ハフナーは短距離集材とトラック運材の組み合わせを最適として 30～40 m/ha の林道密度を主張していました。彼は，1962（昭 37）年に来日して，林業機械化や林道網に関する講演や現地指導を行い，多くの人々に大きな感銘を与えました。

中欧方式では，当然のことながら集材法と集材距離の関係が重要になるので，林道網配置形状の良否に関心が向けられます。林道密度は最適林道配置を行った結果にすぎないのです。この方式は集材距離が重要なことから，林道密度と集材距離の関係（いわゆる修正係数）を求めることにつながり，代表的な研究にスウェーデンのセゲバーデン（1964），ドイツのバックムンド（1966）やルンズマン（1968），スイスのアベグ（1978）らの研究があります。日本では，堀ら（1971）による到達距離分布関数の半理論式が発表され，わが国山岳林での林道配置形状の特性が明らかにされました。

しかしながら，日本ではマチュース方式への関心が深かったことや，堀らの計測値が迂回率とほぼ類似していたこともあってか，修正係数への関心は 1990 年近くまで約 20 年間にわたり話題になっていません。

ダイツら（1984）の林道網計画に関する著書は，森林利用学関係の研究者に衝撃的な影響を与え，その後訳書も出版されるのですが，これに呼応するかのように堀(1988)，神崎ら(1990)，酒井(徹)(1990)，小林ら（1991），澤口ら（1994）によって修正係数に関する論文が次々と発表されます。次の①と②は互いに関連があるのですが，

①コンピュータによる林道配置研究の進展

②高性能林業機械導入による中欧方式による林道網計画への関心の高まり

などが動機だったといえます。

コンピュータを導入して林道配置を行うための研究は，わが国では早くから行われ，平賀（1971），酒井（徹）（1982），小林（1983），小林ら（1991)のものなどがあり，小林は路線配置から路線選定に至る林道計画法を体系的に示しています。また，澤口（1995）は林道網配置後に林道網評価を行う方法を提案して，高密度の複合的路網計画に対応させようとしています。

林道長期計画の策定

林道長期計画と密接に関連する研究成果について前節で概観しました。ここでは，実際の長期計画がどのように策定されたかについて概観します。民有林林道事業の起源が 1926（大 15）年の「林業共同施設奨励規則」にさかのぼることはすでに触れました。しかしながら，林道事業の具体的な長期計画が策定されるのは，終戦後の 1951（昭 26）年からです。

最初の「林道 10 カ年計画」は，既開発林に作設されている道路と林道延長から計画林道密度(25.0 m/ha)を推計したもので，机上の理想計画だったとされています。その後，1953（昭 28）年に行われた「都道府県別林道網計画」で積み上げられた林道延長から，計画林道密度は 20 m/ha ほどでよいということになり，1973（昭 48）年に閣議決定される「資源基本計画」まで，この密度がベースになります。

1956（昭 31）年からの「経済自立 5 カ年計画」以降，同改定 5 カ年計画（1957（昭 32）年），全国森林計画（1963（昭 38）年），「資源基本計画」（1966（昭 41）年）に至るまでの計画林道密度は，20.0 m/ha → 16.0 m/ha → 14.3 m/ha → 13.6 m/ha と，計画のつど計画林道密度が減少していきますが，これは計画対象の林道種類が変更されたことが大きな要因です。というのは，時勢の変化でトラック運材が主役になるとともに，牛馬道，木馬道，森林鉄道が計画林道の林道の種類から外されたためです。なお，最終的に自動車道のみが計画対象となるのは，1973（昭 48）年まで待たなければなりません。

ハフナー教授が 1962（昭 37）年に来日したことは既述しましたが，教授はオーストリアではすで

に40 m/haの林道密度を実現していることを紹介し，日本でも20 m/ha程度は必要だと述べたことが，16 m/haの計画林道密度を考えていた，当時の林野庁の林道技術者らに大きな影響を与えたことは間違いありませんが，長期計画の計画林道密度は増やされませんでした。

1973（昭48）年の「資源基本計画」は，林道計画にとって画期的意味を持ちます。長期計画の理論的根拠としてマチュース方式を変形した最適林内道路密度が採用されたのです。中欧方式的な方法からマチュース方式への大転換です。この結果，車道と森林鉄道を除外して，自動車道のみが計画対象とされたにもかかわらず，計画密度は大幅に上昇して，目標林内道路密度は18.4 m/haとなりました。この時点で，林内公道等密度が8.1 m/ha，既設林道密度2.4 m/haだったので，7.9 m/haが今後新たに整備しなければならない林道密度となりました。

以前の計画は，手続的には，林道からの距離が遠い未開発林に林道を配置して計画林道延長を求め，これから計画林道密度を逆算する方法だったのに対して，理論的に密度（目標林内道路密度）を算出した後，林内公道等を除外して計画林道延長を求めることになり，この延長を図面に配置することになったのです。

このように，林道長期計画のバックグラウンドは大きく様変わりしました。その後，1980（昭55）年の「資源基本計画」で適正林道密度公式に歩行費を加えた(2)式が，最適林内道路密度の理論式として採用されて今日に及んでいます。歩行費を加えて森林施業方法別に算定した結果，目標林内道路密度は1.2 m/ha増加して19.6 m/haとなりました。その後，「資源基本計画」は2度ほど改定され目標林内道路密度は20 m/haとなりますが，理論的根拠に変更はありません。

1980（昭55）年以降，「資源基本計画」での林道の整備に関するトピックは作業道の扱いです。作業道にかかる記述は「なお，林道の整備とあわせて，作業道の作設を進め，適切な森林施業の確保を図ることとする」（1980（昭55）年）が，「また，林道の整備と併せて作業道の作設を進め……林道と一体となって継続的な使用に供する基幹作業道を整備する。なお，基幹作業道の整備については……おおむね30 m/ha程度が目安と考えられる」（1987（昭62）年）とされました。臨時的施設と定義されていた作業道のうち，基幹的なものが恒久的施設として認知されたのです。この結果，林道と作業道を合わせて50 m/haの高密度路網が目標に掲げられたわけです。この背景には，複合的路網の考え方が影響を与えたわけですが，規格の異なる路網を組み合わせて路網密度を高くすることが林業経営上有利とする論文が次々と発表され，路網密度を高めることが林野庁の重要な施策となります。

高性能林業機械化と路網計画

1988（昭63）年は高性能林業機械化元年とされていますが，これに対応するため林野庁は，1992（平4）年に「高性能林業機械作業システムに適した林道網整備指針」を通達しています。ここでは，経営規模別に車両系と架線系に類型化された作業システムに対応して，25～50 m/haの林道密度が示されています。例えば，大規模専業型でハーベスタ型は30 m/ha，小規模兼業型で小型タワーヤーダ型は50 m/haという具合です。林道密度を算出するにあたっては，中欧方式が採用され，ハーベスタ型やタワーヤーダ型とされた作業システムが最も効率的に稼働するために，大規模専業型でハーベスタ型は250 m，小規模兼業型で小型タワーヤーダ型は150 mが最大適正集材距離として想定されています。マチュース方式から中欧方式への回帰です。高性能林業機械化を進めるため理論的根拠を中欧方式に拠(よ)ったことは，林業振興のための基盤整備が，単純な経済合理性視点からだけで行われるものでないことを表しています。また，25～50 m/haの比較的高密度の林道密度が基準として示されていますが，これは1987（昭62）年の「資源基本計画」での「林道＋基幹作業道＝50 m/ha」に一致しています。

21世紀の課題：高密度路網の構築

高性能林業機械化を推進している優良事例のほぼすべてが，高密度に配備された路網を背景に森林作業を実行して成功を収めています。路網整備をおろそかにしての林業機械化はあり得ません。

最近1年間の開設実績を密度で示しますと，林道が0.1 m/ha，作業道が0.2 m/haなので，合わせて0.3 m/haの増加にすぎません。仮に，現行計画どおりに多くの森林を50 m/haの高密度路網で満たそうとしますと，今後，開設を必要とする林道密度が約5 m/ha，同様に作業道密度が約26 m/haとなりますから，単純計算で100年オーダーの超長期年月を必要とする状況にあります。

民有林林道の開設延長の過半を占める公共林道事業予算は，事業費ベースで2,000億円を超えています。高密度路網の構築の成否は，これら補助事業のあり方が鍵を握っているといっても過言ではありません。しかし，バブル崩壊以降，不況脱出のために公共事業予算は拡大を続けていますが，林道開設実績は反比例して減少の一途です。

21世紀のできるだけ早い段階で，主要な林業地域で高密度路網を実現することが，日本林業再建のための条件と考えられますが，これを実現するには，林道事業の抜本的改革が必要と考えられます。ここでは，以下，改革の方向に関して若干の所見を述べさせていただきます。

最も大事なことは，当たり前すぎますが，林道機能に見合う規格構造で林道網整備を進めるという，林道網計画の原点に立ち戻ることだと思います。ここでお断りしたいのは，真に地域の骨格となるような高機能林道や，山村住民の生活に密着している林道をことさら否定しているわけでは無論ありません。林道網整備の原点に立って，林業専用の林道は林道らしい形で整備を進めようということです。

このためには，林業的機能と公道的機能による林道の機能分類を路線で徹底させなければなりませんので，1973（昭48）年以来，30年間近く不変であった広域基幹林道と普通林道による林道体系の見直しは必至と考えられます。ここでは林業型と生活密着型という視点から規格構造が決定される必要があると考えます。林道体系の見直しは，補助率見直しという国庫補助事業の根幹の話が出るのでなかなかの難物ですが，いつまでもそうは言っていられないかもしれません。本稿で論議される林道は，以下，林業型についてです。

全国森林計画で計画されている「基幹林道」と「その他の林道」の比率がこれでよいのかという問題があります。この比率は，直接的でないにしろ広域基幹林道と普通林道の比率にも関連してくるはずですが，平成以降の計画では以前の計画に比べて，基幹林道の比率がほぼ倍増して3割を占めています。基幹林道の比率を倍増させたことが，開設実績を大きく減少させている要因の1つと考えられます。長い間基幹林道の対象となる利用区域森林面積をおおむね1,000 ha以上としてきましたが，林道の経済性からすると1,000 haでは狭すぎます。試算では，条件によって異なりますが2,000〜3,000 haぐらいないと，起点から終点まで1級林道として整備する経済的合理性を見いだすのは困難です。

経済的に合理的な林道規格を利用区域森林面積との関係で試算したところ，2級林道が基幹作業道クラスの作業道に比べて有利になる面積は，数百ha以上の規模とされました。補助事業では，50 haを2級林道の最低面積基準にしていますが，林業的機能主体の路線では著しく不経済なのは明らかです。3級林道は，開設単価が高い割に輸送能力が低いので，ほとんど意味を持たない規格と考えられます。このクラスは，基幹作業道クラスの低規格な林道で十分代替できます。

タワーヤーダ集材では上げ木集材が有利なので，中腹林道と等高線林道の組み合わせによる路網配置の有効性が主張されています。しかし，現行の林道の縦断勾配で高低差を克服するのは容易ではありません。試算では，50 haの対象森林に2級の中腹林道を配置するだけで，50 m/haを超す密度に達することがあります。

対象森林面積が小さい場合，路線延長と密度の

関係に留意する必要があります。わが国の山岳林では，平均的に200 haの利用区域森林面積を対象に林道計画を行うと，その1路線で20 m/haの密度に達する実態にあります。公共林道の採択上の面積基準は50 haをクリアすればよいことになっていますが，この面積での計画密度は32.6 m/haだったという調査結果もあります。以上のような調査結果から，森林規模と林道規格，林道密度の関係を再整理する必要があると思われます。

林道開設単価を抑制するための方策として，低規格な林道を指向して林道規程の改定がたびたび行われてきましたが，一向に効果を上げることができませんでした。効果を上げるどころか，平成に入って急激な開設単価上昇が起きてしまいました。開設単価の上昇は，自然保護等による掛かり増しが主要原因とされていますが，バブル期以降の急激な上昇から判断して，工法の採用等の工事面に大きな問題があると考えられます。低規格林道と高規格林道を幾何構造のみならず，それ以外の土構造等でも差がある道路にするために，林道技術基準・指針を見直す必要があります。このことによって，低規格林道の大幅な開設単価の削減が期待できることになるでしょう。

また，専ら林業的機能の発揮を求められる路線の位置づけを明確にするために，林道規程に作業林道（仮称）規格を追加することも検討の余地があります。この新たな規格の林道は，道路構造令に準拠した自動車道の構造規定の延長線上ではない，低規格の林道として独自の構造にする必要があるのは明らかです。

おわりに

21世紀における森林作業への技術課題は，森林環境への低インパクト技術と低コスト技術という相反すると考えられがちなものへの挑戦です。キーワードを解く鍵は，濃密度に配備された路網を基盤にした機械化森林作業システムが握っています。労働力不足の深刻化は一層拍車をかけており，女性や高齢者，さらには森林ボランティアが容易に森林作業に従事できる体制づくりが望まれています。山岳林の急傾斜地にこそ，森林環境に優しい形で，高密度路網が望まれることになります。

森林整備には巨額の事業投資が行われています。この資源配分を効果的に行うならば，高密度路網の早期実現も視野に入ってくるでしょう。高性能林業機械の導入は，その効用の高さと官民の努力で大きな成果を上げています。しかし，高性能林業機械導入とセットの基盤整備，すなわち路網整備は遅々として進んでいません。路網整備が進まなければ高性能林業機械化の果実を林業に還元することは難しいものとなります。路網整備の主役は官（国，自治体）であり，官の責任は大きいものがあります。官は，従来の路網政策に拘泥されることなく，高性能林業機械化の推進の一点に絞った改革的路網政策を樹立する必要があると思われます。もし，行政にそのような意志決定ができないならば，わが国の主要な林業地域での高密度路網の早急な構築は不可能です。

現在，地形的には架線系システム適地と考えられる地域においても，不足する林道網を補完するため超高密度の集材路網を安価に作設して，車両系システムによる伐出が行われている箇所が数多く出現しています。このような箇所の増大は，森林環境への負荷の大きさから，近い将来社会問題化する危険性をはらんでいます。

高密度林道網による森林作業は，特に，急傾斜地で環境に優しい方法です。高密度林道網を採用してタワーヤーダシステムによる伐出法を採用することで，林地攪(かく)乱面積を集材路作設による車両系システムの1/2～1/3に抑えることができると考えられています。森林環境へのインパクト低減のためにも，架線系森林作業システムは再評価されるべきです。

21世紀の林道網研究は問題山積ですが，少しでも環境に優しい林業創造のために林業経営者，行政，研究者などの一層の努力が期待されます。

【主要参考文献】
日本林道協会（1964）林道事業の歩み．日本林道協会．
上飯坂 実（1971）森林利用学序説．地球社．

今世紀，さまざまな経営形態を持つ個別林家は，どのような造林・経営等の林業活動を行ってきたのでしょうか。そして現在，ひっ塞した経営状況の中でも果敢に取り組んでいる林家の姿があります。

◇林家の20世紀Ⅰ◇

新たな間伐への挑戦

――思い切った列状間伐――

広島県庄原市（林家） 中原信義（なかはらのぶよし）

林業のスタート

私の家は広島県の北部，中国山地の中です。高校を卒業した昭和25年ごろは農業が主で，水田1haと畑0.3haで生活できていました。その後，農業はしだいに機械化が進み米麦主体の経営では生活は苦しくなり，かといって山間棚田のうえに交通の便も悪く，自家用車もないころです。作る良き作物もありませんでした。国も植林を奨励していた時代であり，山をもっと利用しようと，高く売れていたスギ・ヒノキを植えることにしたのが昭和30年ごろです。

山づくり

当時は燃料革命以前でしたから，雑木は燃料用の薪として売れていました。しかし，チェンソーや集材機はなく，鋸と斧が主体でしたから1年に1haの植林がやっとといった状態でした。昭和37年ごろにようやくチェンソーや集材機を導入することができてからは，スギ，ヒノキを中心に1年に2～3haの植林を進めてきました。約13haの山を買い足して，毎年1ha伐採できる50haの人工林が持ちたいという所期の計画を達成できたのが昭和61年でした（山林55haのうち，人工林が50haでスギ・ヒノキの割合は3：7です。天然林は5haです）。保育作業は下刈りを5～6年生まで，毎年春4月には雪起こし作業，枝打ち1回目は2mまでを8～10年生で，2回目4mまでを15～18年生で行い，特に傾斜の下側の枝は曲がり材を少なくするために少し高く打つようにしました。将来，除・間伐をする木は枝打ちをしないので，除・間伐時の選木を兼ねることになります。除・間伐は1回目を13年生ぐらいから，2回目は16～18年生を目安に行ってきました。間伐率は25～30％を目標にしてきました。

昭和50年代は間伐材も柱材だけでなく小丸太も杭用・足場用として収入になっていましたから，できるだけ搬出するようにしていました。53年当時，約20haの雪害を受けた区域を間伐したときには，妻と2人で伐採・玉切りをして，搬出作業を業者にお願いしても十分手取りがありました。

強度の間伐を決意

このような方針で山づくりをしてきて，立派な林になったと思っていました。私の家は裏山から飲料水を引いているので，裏山のヒノキ林は他の山より枝打ちも6mと高く打ち，間伐も1回多く行っていました。しかし，数年前から少し日照りが続くと水がかれ出し，夕立がくると一気に大水が流れるように思えてきました。「おかしいな」と思い山に入ると，草も灌木もほとんど生えていません。しかも昔は岩など見えなかったのに，表土は流され，数箇所に岩が出ていました。他の1回目の保育間伐を済ました山にも行ってみましたが，結果は大同小異でした。「これは何とかしないといけない。もっと林内に光を入れ，草や木を生やさなければ山全体が荒れてしまう。もっと強度の間伐をすぐにでも実施したい」と思いました。

列状間伐の選択

裏山は傾斜が急なため，作業道を中腹に入れていないので自分では搬出できません。切り捨てになってしまいます。立木で販売しても今までの方法だと搬出経費がかかるうえに，残存木に傷をつけやすいため，いっそのこと全部切ろうかとも思いました。しかし水源地だし，自分が植えた木を子や孫に残したいとの強い思いがあり，強度の間伐を実施することにしました。面積は1haで，植栽時は3,000本でしたが，1,700本になっていました。将来の成長と搬出を考え，500本前後の残す木を決めてその木にテープを巻き，業者にはできるだけその500本を残すように指示しました。テ

▲写真① 平成7年に間伐を実施した林分を11年5月に空中から撮影（隣家の山も写っている）。

▲写真② 平成10年に間伐を実施した林分を12年4月に撮影。

ープを巻いた木を伐採しなければならないときは，代わりの木を残すことを条件としました。搬出のために集材機を入れる作業道が必要となり，必要最小限の作業道を尾根に開設させることにしました。開設費用については業者負担とし，支障木の代金は請求しませんでした。業者は残存木に傷をつけないためには2～3列の伐採を希望しましたので，2列の伐採にしました。その結果，2列伐採して1列残す形の列状間伐になりました。業者側は列状に伐採することで上方へ搬出することができ，伐採・搬出経費の削減につながったようです。ただ最初は作業が難しかったらしく，3列伐採した場所もできました。実施してみると林内は明るくなり，ある程度の収入を得ることもできました。さらに，残した木に傷をつけずに搬出できたので，他の山でも実施する気持ちになりました。平成7年のことです。現在では，業者に依頼する場合は2列伐採して2列残す方法で実施しています。また私だけでなく，「ある程度の収入が得られるのならば」と隣家と一緒に1つの団地として実施をしました。7年から昨年まで実施した面積は，両家合わせて約20haです。スギ・ヒノキの割合は4：6で，昭和29年から10年間で植えたものです。

振り返って

列状間伐をするためには，意外かもしれませんが，除伐・保育間伐をしっかり行っておく必要があります。曲がり木や枝打ちを行っていない木が多い林ほど販売価格が下がりました。手入れをしていない林では列状間伐でも買ってもらえないことがあるかもしれません。また，搬出のためには最小限の作業路が尾根に必要になります。私の場合は，すでにある程度尾根近くまで開設していましたので，業者との交渉がスムーズにいきました。

列状間伐で不安があったのは，雪と台風による被害でした。現在，雪によって1～2本点々と倒れてはいますが，問題にするほどの量ではありません。ただ，昨年の台風18号により数カ所被害が出ました。しかしこれは前にも台風により被害を受けた場所であり，いちばん新しく間伐した場所が全く被害を受けなかったので，間伐方法よりも場所のほうが問題になるのではと思います。平成3年の台風19号での九州のような被害を恐れていた私にとっては許せる範囲でした。

列状間伐は思ったより良かったので，作業道を十分入れた場所については，1昨年からは妻と2人で1列伐採2列残す方法で実施しています。

おわりに

わが家の林業は，戦後の拡大造林の流れとともに歩んできました。私の経験も知識も浅い中で山づくりを行ってきましたから，思い切った列状間伐という選択が本当に正しいかどうかはわかりませんが，最初に実施した場所ではしだいに草や木が生え始め，さらにヒノキも自然に芽生えています。これを育てることができたら，少ない費用で山づくりができるという夢も描いています。

残した木は，今後20年間ぐらいは間伐をしなくてもよい本数だと思っていますので，後の施業は息子の考えに任せるつもりです。最初は山が荒れたように見えたのと，今までの方法と大きく違うため「間伐ではない，乱伐だ」ともいわれましたが，今では林内も明るくなり，残した木も素直に育っています。「荒れているのは，間伐が遅れ，表土が流れ林内に草も灌木もない山のほうだ」と思います。

●コラム●

この季節，食べ物やお風呂に『カビ』が生えて嫌われる。お風呂の場合，カビは主として壁や天井あるいは石鹸入れなどの浴室用具表面に繁殖する。水道の蛇口の金属部分あるいは排水管周辺にもよく赤色～ピンク色のスライム状のものが発生するが，これはカビではなく細菌や酵母の仲間である。プラスチックのような吸水しない材料であっても表面に付着する水分でこういった微生物が繁殖する。ところで，カビは浴室の壁や目地の部分に食い込むように繁殖するため，汚染を完全に除去することは困難である。いったいこのカビの生態はどうなのであろうか。

カビという呼称は包括的な呼び名で，微生物の真菌類のうち栄養繁殖の期間中に糸状を呈する接合菌類，子嚢菌類，不完全菌類に属する菌類を指している。木材に繁殖する微生物で，表面にのみ付着して汚染を起こすものを表面汚染菌，未乾燥の製材品に侵入し辺材部などに変色を引き起こすものを変色菌として区別することもあるが，両者ともカビ汚染とされることが多い。

カビに汚染されると褐色や黒，黄色や赤などの独特の色が付着する。これらはそれぞれの菌の種類によって特異的であり，胞子の持つ特徴的な色によって，また，菌糸自身の色や菌糸の分泌する色素によって生じるが，菌糸から出る酵素と木材成分が反応して着色する場合もある。辺材変色として代表的な青変は多量に存在する菌糸の色が原因である。カビはデンプンや糖類の存在する辺材の放射組織に蔓延(まんえん)することが多く，木材の主要構成要素であるセルロースやリグニンをほとんど分解できないため，いわゆる『腐朽菌』と異なり強度低下を引き起こすことはほとんどない。

最近の木質系住宅建材では，室内空間の環境問題からホルムアルデヒドの放散量の少ない接着剤が使用されるようになってきたが，それに伴いカビがよく発生するのではないかという懸念が持たれている。確かにホルマリンは殺菌剤として使用されたこともあり，微生物の繁殖を抑制する効果を持つ。が，われわれの実験によると，建材の接着剤から出るホルムアルデヒドの影響は，放散量が極端に多い場合はカビの成長が確かに抑えられるが，一定の範囲ではその影響は不明確であった。また，カビの種類によって，ホルムアルデヒドに対する感受性に差異が認められた。

このように嫌われるカビではあるが，逆にうまく利用して腐朽菌の生育やシロアリの活動を抑えるバイオロジカルコントロールの対象としての研究もなされている。

◆新刊図書紹介◆

［資料：林野庁図書館・本会編集部受入図書］
＊定価は，本体価格のみを表示しています。

□中山至大・井之口希秀・南谷忠志＝著，日本植物種子図鑑，東北大学出版会（☎022-214-2777），2000.2，642 p・B 5，￥19,000
□日本林業調査会＝編，すぐわかる森林・木材―データブック2000―，日本林業調査会（☎03-3269-3911），2000.3，127 p・B 6，￥1,143
□小沼 勇＝編著，漁村に見る 魚つき林と漁民の森，創造書房（☎03-3262-2619），2000.3，220 p・A 5，￥2,381
□四手井綱英＝著，ものと人間の文化史 森林III，法政大学出版局（☎03-5214-5540），2000.4，296 p・B 6，￥2,900
□志賀和人・成田雅美＝編著，現代日本の森林管理問題―地域森林管理と自治体・森林組合―，全国森林組合連合会（☎03-3294-9717），2000.5，535 p・A 4，￥5,800
□藤森隆郎＝著，森との共生―持続可能な社会のために（丸善ライブラリー322），丸善（☎03-3272-0521），2000.6，236 p・新書判，￥780

日本林業技術協会では，林業技術の向上に貢献し，林業の振興に多大な功績を上げられた方に対し，毎年，「林業技術賞」を贈呈し表彰しています。今回の選考では，以下の方々が「林業技術賞」（3件），「林業技術賞努力賞」（1件）を受賞され，去る5月24日，本会総会席上で表彰されました（写真）。各受賞者による取りまとめは，次ページ以下2ページずつ紹介します（所属：推薦時）。

第46回 林業技術賞 業績紹介

林業技術賞

ブナの更新技術の高度化に関する研究とその普及

●北海道立林業試験場道南支場・ブナ更新研究グループ

（代表＝寺澤和彦，菊地 健，柳井清治，八坂通泰，小山浩正，今 博計の各氏）

近年，資源維持や生態系保全等の観点から，ブナ林の再生と保全が強く要請される時代となってきている。当研究グループは，道南地域のブナ林を対象として，10年余の期間，稚樹の更新実態，未熟堅果を含む落下種子量，花粉や堅果の飛散距離，人工受粉試験，ブナの結実予測や種子の長期貯蔵などの試験研究を進め，これまで失敗することの多かったブナの天然更新技術の高度化とブナの安定的な人工造林の推進に大きく貢献した。また長期間を要する森林・林業分野の試験研究において，チームワークならびに目的意識，データ等の共有と継承の重要性を示した。

［北海道支部推薦］

林業技術賞

道産針葉樹材の乾燥技術の研究とその普及

●中嶌 厚（なかじま あつし）氏

昭和58年山形大学農学部林学科卒業。同年，北海道立林産試験場木材部乾燥科に勤務し，木材乾燥の研究一筋に現在に至る（現，技術部製材乾燥科長）。道産針葉樹材（特にトドマツ）の大径良質材が減少しているなか，建設サイドからは人工林材であっても背割れを入れない心持ち材を使いたいとの要望が起こり，適正な乾燥法の開発が求められていた。本業績は，一連の乾燥試験・研究を通じて高温乾燥法の開発により，所期の成果を上げることとなった。また本乾燥技術は，枠組壁工法部材や在来工法用心持ち正角材の製品化へと実用化され，さらには住宅用カラマツ構造材の製造も始まっているなど，建築用途開発に大きな貢献をもたらしている。

［北海道支部推薦］

林業技術賞

ノンフレーム工法の開発とその普及

●ノンフレーム工法開発研究グループ

（代表＝市村正彦，永田明広，渡邊利一，中尾国博，古藤秀明，井上孝人の各氏）

従来，斜面安定化工法は，法切り，法枠工で施工されるいわゆる外科的な工法が取られている。平成7年，長崎県で考案，開発されたノンフレーム工法は，自然斜面を補強材，支圧板，ワイヤーロープを使用して自然斜面を安定化させる工法で，施工区域の自然環境を損なわないという利点を持つ。また同工法は，従来工法では法切りができず放置されていた急傾斜地等の不安定斜面の安定化にも適用できるようになり，県内外での実績も増えている。斜面災害防止に新たな工法の開発とその普及への貢献は高く評価されている。

［長崎県支部推薦］

林業技術賞努力賞

マルモリチップマットの開発とその普及

●高知県森林組合連合会（代表理事会長 小松禧徳氏）

すでに産業廃棄物処理法，ダイオキシン類対策特別処理法が施行され，木材加工工場等から排出される大量の端材や木片等の処理も，従来の自家焼却が規制を受けることとなった。県森連では，こうした事態にいち早くその解決法に取り組み，端材や木片をチップ化したものを生分解性の不織布袋に詰めた土木用資材の開発，製品化を図り，環境保全型の資材（「マルモリチップマット」…法面保護，植栽木の保護等）として県内，県外で実績を上げている。大量の端材や根株・枝条などが有効に活用され，間伐材も利用できるなど広汎な貢献が評価された。

［四国森林管理局支部推薦］

林業技術賞

●北海道支部推薦

ブナの更新技術の高度化に関する研究とその普及

北海道立林業試験場道南支場
ブナ更新研究グループ

寺澤和彦（北海道立林業試験場 育林科長）・菊地　健（同主任研究員）
柳井清治（同流域保全科長）・八坂通泰（同研究主任）
小山浩正（同道南支場 研究職員）・今　博計（同支場 研究職員）

（研究グループ代表）
てらざわ　かずひこ
寺澤和彦

はじめに

近年，ブナ林は木材資源としてだけではなく，水土保全，野生生物の生息など多くの観点から重要性が認められるようになった。しかし，ブナ林の面積や蓄積は低下の一途をたどっており，その更新技術の確立が望まれている。私たちは，ブナの確実な天然更新技術の確立と，造林を安定的に進めるための種苗生産技術の開発を目的として研究を進めてきた。ここでは，その研究の主要な成果であるブナの結実予測と種子貯蔵に取り組んだ背景や経緯を中心に述べる。

▲写真　ブナ天然林に設置したシードトラップ

天然更新における結実予測の導入

一般に，ブナ林における更新補助作業は，母樹保残と地表処理とを組み合わせた方法で行われる。種子の散布源となる母樹を残すと同時に，稚樹の発生と成長の妨げとなるササなどを取り除いて天然更新を促すのである。しかし，ブナは結実量の年変動が大きく，豊作は5～7年に1回の低い頻度で不規則に訪れる。そのため，せっかく地表処理を行っても母樹が結実せず，種子が散布される前に林床植生が回復して更新に失敗することが多い。したがって，天然更新を成功させるためには結実と地表処理のタイミングを合わせることが重要となる。その年のブナの結実量が豊作なのか凶作なのかをできるだけ早い時期に予測し，その予測結果に基づいて地表処理を行うか否かの決定を行ったり必要な予算措置を取ることができれば，天然更新の成功率は格段に向上すると考えられる。

とはいえ，私たちが10年余り前にブナの更新に関する研究を始めた当初からこの結実予測の発想があったわけではなく，ましてそこに至る道筋が見えていたわけではもちろんない。最初に取りかかったことは，ブナの結実量にどのような要因がかかわっているかを調べることであった。道南の5カ所のブナ林に，落下してくる堅果を集めるためのシードトラップ（写真）を設置した。そして，ブナの花が咲く5月から11月までの間に落下した花や堅果を毎月回収し，どの時期に，どんな原因で雌花や堅果が落下するのかを調べたのである。

調査を数年続けると，ブナの結実量は，①開花する雌花数と，②堅果が発達する過程での種子害虫による食害の比率とによってほぼ決まることが明らかになってきた。調査結果の一例を図に示す。縦軸に示した堅

果数は，開花から結実までの間に落下した未熟なものも含むので，開花した雌花の数に相当する。1992年や97年のように充実堅果がたくさん結実して豊作となるためには，十分な数の雌花が開花する必要があるとともに，虫害率が低くなければならない。逆に言えば，豊凶を予測するには雌花数と虫害率の2つの要因を推定できればよいことが明らかになったわけである。

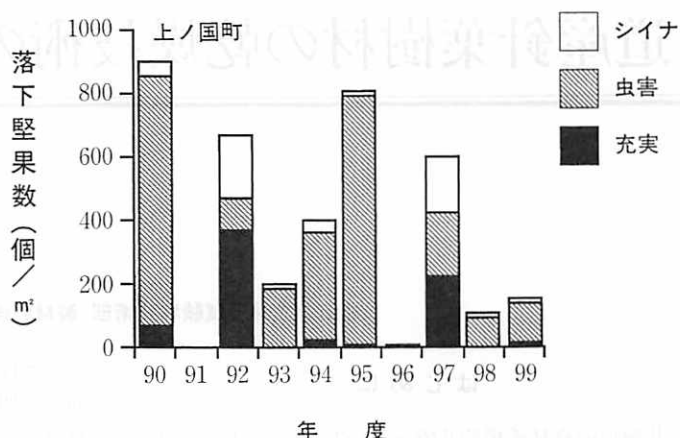
さらにデータを蓄積するにつれて，当年の雌花数がその前年の雌花数に比べてはるかに多い（具体的には20倍以上多い）場合には，堅果の虫害率が低くなることが明らかになった。また，開花する雌花数は，その前年の秋に枝先の冬芽を調べることによって推定できることもわかった。したがって，シードトラップを用いて当年の雌花数（＝未熟堅果を含む落下堅果数）を調べておいたうえで，秋に冬芽調査によって翌年の雌花数を推定すれば，雌花数の翌年／当年の比から翌年の虫害率も推定できるわけである。こうして結実量にかかわる2つの要因を前年に予測する手法が明らかになり，結実予測が現実のものとなった。

1996年から3年間，道南地方の6カ所のブナ林でこの方法による結実予測を試行した結果，18例のうち予測が外れたのは，冬芽の採取位置が低かったために雌花数を過少に推定した3例のみであり，残り15例は予測どおりの作柄となった。ブナ天然林を有する道南地方の道有林では，結実予測に基づいて1997年の豊作年に事業量を拡大して地表処理を実行し，良好な更新結果が得られている。

▲図　ブナ天然林における落下堅果数の年次推移

種子貯蔵技術の開発

天然更新を期待できるような母樹が少ない場所，あるいは母樹がない場所でブナ林の再生や造成を行う場合には，人工造林に頼らざるをえない。計画的な造林を進めるためには，苗木の安定的な生産が前提となる。しかし，前にも述べたように，ブナは結実量の年変動が大きく，豊作頻度も少ないため，毎年一定量の種子を採取することが難しい。そこで，豊作の年に大量の種子を採取し貯蔵しておくことによって毎年安定した量の苗木を生産することが可能になるわけであるが，これまでブナの種子を1年以上貯蔵する方法はなかった。

そこで私たちは，ブナが豊作になった1992年に種子を採取し，貯蔵期間の延長を目指して試験を行った。乾燥やコーティングなどの処理を施した種子を2℃で貯蔵し，一定期間後に苗畑に播種して発芽率や実生の成長を調べた。その結果，含水率が約8％に低下するまで種子を乾燥させてから貯蔵することによって，発芽力を2年間維持できることが明らかになった。

おわりに

私たちが進めてきたブナの更新技術に関する研究の今後の方向について簡単に述べる。結実予測については，今回開発した技術をブナの天然林施業の中での必須作業として定着させるために，手法の簡便化とルーティン化が必要だろう。種子貯蔵については，ブナの豊作頻度から見て理想的には5年程度の貯蔵が必要と考えられるので，さらに長期の貯蔵に向けた方法を試験中である。

森林施業やその管理に関する技術の多くは，森林や樹木の長期間の観察や調査を通じて確立される。応用への道筋が必ずしも見えないような基礎的な調査も，明確な問題意識のもとで継続していくことによって実用技術の開発に結びつくことも多いはずである。その間，複数の研究者が1つの課題を引き継いでかかわっていく場合も多いだろう。その意味で，この分野の研究においては，問題意識，アイデア，そしてデータの共有と継承が重要である。

最後に，私たちの今回の研究は，職場の先輩や同僚，国・道・民有林の関係者の方々のお力添えなくして成り立ち得なかった。この誌面をお借りして，あらためてお礼を申し上げる。

林業技術賞

●北海道支部推薦

道産針葉樹材の乾燥技術の研究とその普及

北海道立林産試験場技術部 製材乾燥科長 中嶌(なかじま) 厚(あつし)

はじめに

北海道の森林蓄積約6億 m^3 に対し，針葉樹資源割合は約半分の49％，このうち，人工林資源はその半数を超え，針葉樹人工林資源の実に9割以上はカラマツ・トドマツによって構成されている。間伐・主伐期を迎えるこれらの素材生産予測（主伐期：カラマツ50年，トドマツ70・80年）を見ると，カラマツで2017年，トドマツで2046年ごろが量的ピークとされ，この期間中でも径級30cm未満のいわゆる中小径材が全体の80～90％を占めることが特徴として指摘されている。

一方，製材需要の大半を占める住宅建築においては，鉄骨，アルミ資材などの代替材の進出による木造率の低下や，輸入製材の攻勢等により地場製材工場は新たな局面を迎え，経営内容は厳しい環境下にある。針葉樹中小径材を住宅部材に利用することは，林産業のみならず林業の健全経営を築くうえで重要である。

また，住宅の品質確保促進等に関する法律が今年度から施行され，住宅部材の品質に対する要求は加速度的に増加し，とりわけ住宅メーカー・工務店側からは良質な乾燥材を求める動きが活発である。

こうした状況を踏まえ，今後増大する道産針葉樹人工林材を建築用構造材として利用する際のポイントとなる乾燥技術に関する検討を行い，普及に努めた。

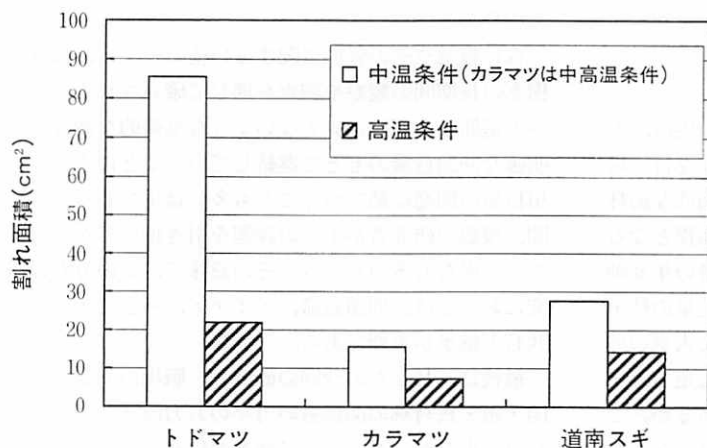
中小径材利用における乾燥の諸問題

住宅用材に乾燥材を使用すべきとの認識は，今でこそ住宅供給者のみならず建て主側も大半が持つようになったが，ひと昔前までは，そうした意識が住宅施工側でさえも希薄であったように思われる。居住後に発生する「内装材の隙間」「壁面亀裂」「ドア等の開閉困難」「床鳴り」「緊結ボルト緩み」等の住宅トラブルは，使用された製材品の水分管理の不備に起因し，住環境によって寸法変化あるいは形状変化が生じたことが大きな原因と見られている。乾燥材の使用は住宅性能を長期間維持するうえで不可欠といえる。

一方，近年の原木事情の小径化から，住宅用柱・梁材等の大断面材は樹心（髄）を含むことになる。これらの製材は「心持ち材」と称し，次の材質的性質から利用上，極めて厄介である。

①原木直径10～16cm程度の範囲に形成される未成熟材部の仮道管の長さは，その周りの成熟材に比べ短く，かつ仮道管中フィブリルの傾角が斜めとなり，強度的性質が成熟材（心去り）に比べ劣る。

②樹軸方向に対し繊維細胞が傾斜配列しており，乾燥過程で「ねじれ」を生じさせる。

③年輪に対する放射方向と接線方向の収縮異方性と水分傾斜から材表

▲図 針葉樹心持ち正角材の割れ面積（平均値/材）

▲写真　構造材にトドマツ心持ち正角材を使って建築中の個人住宅（芦別市）

面の引張応力が大となり，これが材表面の横引張強さを超えて，割れが発生しやすい。

これらを要約すると，心持ち材は，乾燥によって狂い(ねじれ)や割れが心去り材に比べ大きく現れ，利用上の大きな障壁となる。こうした材質的得失は業界では十分認知されており，大径材が豊富だった時代には樹心を外す木取り法が北海道では主流であった。

心持ち大断面材の乾燥条件の検討

蒸気式乾燥装置を使った一連の乾燥試験を通じ，木材の持つ可塑性を十分に利用することにより，表面割れの抑制が図られることが実証できた(図)。具体的には，初期には100℃付近での蒸煮，その後，120〜140℃(乾球温度)に温度を一気に上げ数時間処理後，110℃で所定の含水率まで仕上げ，最後は含水率調整・乾燥応力の低減，冷却工程の大きくは6工程によるスケジュール構成とした。図は従来の乾燥スケジュール(心去り材に適用される中温条件)と，今回提案した高温条件による材面割れを面積として比較した。

また，狂い抑制については従来からも推奨されている載荷乾燥(桟積み上部にトン単位の重量物を載せる)を高温乾燥に組み合わせることによってより一層の効果が得られ，「針葉樹構造用製材の日本農林規格」2級相当をクリアすることが明らかとなった。また，冷却工程を含めた処理時間は1週間以内が可能となり，従来の中温乾燥条件に比べ1/5〜1/2に短縮され，乾燥コストの低減化が図られた。強度特性については，建築基準法施行令に示される材料強度(曲げ強さ)を上回り，安全圏内に入ると判断できた。

品確法施行の今，乾燥材の含水率調整，寸度安定化のための水分管理技術の確立が今後の目標である。

本乾燥技術の民間移転

トドマツ心持ち正角材を使用した住宅は，低コスト住宅の供給を目指す「新住宅システム開発協同組合(芦別)」が本法による乾燥材の生産を行い，北海道ハウジングオペレーション(札幌)をはじめとする工務店によって建設が進められている(写真)。また，カラマツ心持ち材を構造材に利用した住宅も行政主導のもと，道内各地に点在するようになった。道外移出も協同組合等により手掛けられている。こうした住宅への実用例はまだまだ試行的にではあるが徐々に増えており，成果普及の確かな手ごたえを感じている。

おわりに

住宅の品質確保促進法にかかわる瑕疵保証制度が設けられ，木材供給側は乾燥材の提供が欠かせない。確実に品質保証された乾燥材とは，適正含水率で水分むらのない，かつ規定寸法等が確保された通直な製材である。しかし，個体間のバラツキの大きい木材を相手に，また生産コストに苦しむ木材業界にとって簡単には達成できないのも事実である。今後もこうした課題に果敢に取り組んでいくことを誓いたいと思う。

末筆ですが，研究ならびに普及に際し多くの方々のご協力を仰ぎましたこと，この場を借りて厚くお礼申し上げます。

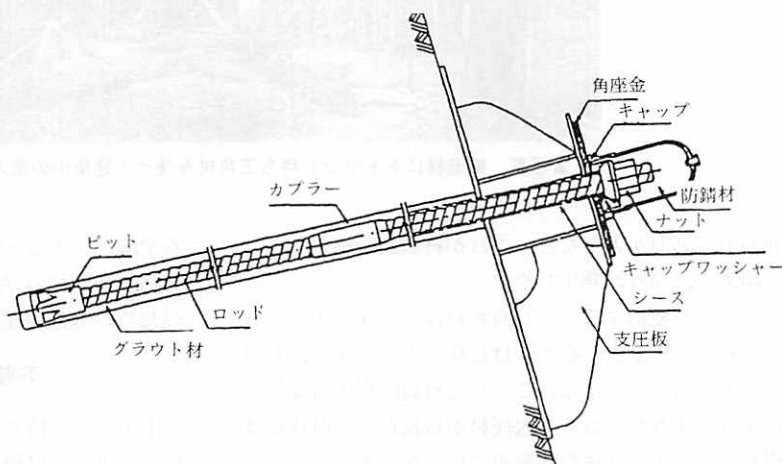
ノンフレーム工法の開発とその普及

ノンフレーム工法開発グループ

市村正彦（長崎県対馬支庁林業部 森林土木課長）・永田明広（同部技師）
渡邊利一（同部技師）・古藤秀明（長崎林業事務所 技師）
中尾国博（対馬支庁林業部 技師）・井上孝人（㈶林業土木施設研究所 主任研究員）

（開発グループ代表）
市村正彦（いちむらまさひこ）

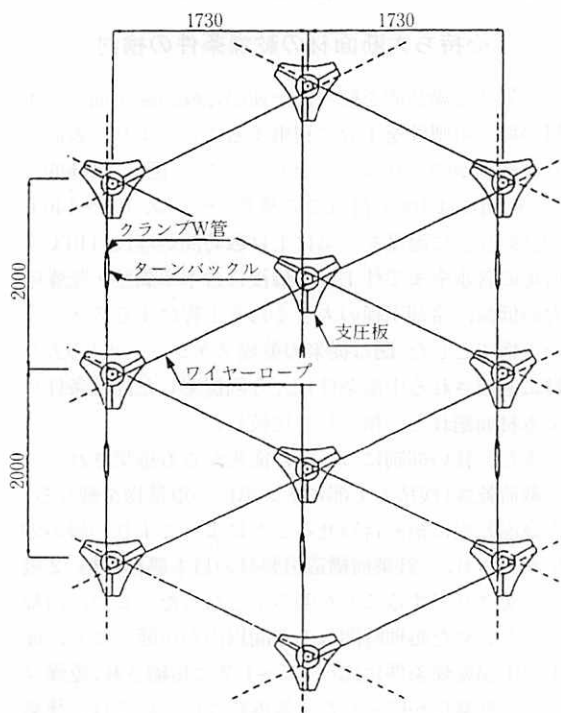
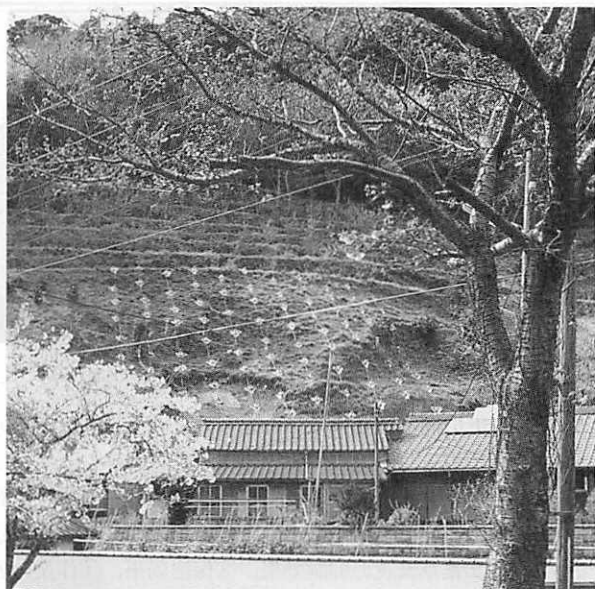
はじめに

斜面安定化工法は不安定斜面を法切りした後，法枠工等を組み合わせる外科的な工事が一般的であった。今日では防災と自然環境の両立が求められ，この工法が平成7年，長崎市福田地区で施工された。以後，平成12年2月までの施工実績は次のとおりである。治山関係…24地区，34,064 m²，9,833本，13県。砂防関係…20地区，20,570 m²，5,938本，11県。合計…44地区，54,634 m²，15,771本，18県（重複を除く）。

森林の斜面安定効果の役割

森林の斜面安定効果には，表面浸食防止効果と崩壊防止効果の2つがある。また，すべり面上に少し太めの垂直根が存在すると，崩壊は起こりにくいといわれている。しかし，樹木根系は生き物であり，形状・大きさ・強度は不均一で，森林の斜面安定効果が常時発揮されないという欠点がある。この欠点を補うためにノンフレーム工法を開発した。

ノンフレーム工法とは

補強材，支圧板，頭部連結材の3つの部材と，セメントミルク注入を組み合わせて施工するシンプルな工法である（写真，図①）。

森林を伐採することなく，森林が持つ表層崩壊防止機能（樹木の根系ネット効果と根系の土壌緊縛効果）を補完するため，補強材により不安定土層を安定土層に縫い付け，さらに，地山の変形に応じて受動的に生じる補強材の引っ張り力を，頭部に設置した支圧板に伝え，支圧板の土塊の押さえ込み効果と頭部連結材（ワ

▲図①　ノンフレーム工法

▲写真　床谷地区施工全景（長崎県厳原町）

イヤロープ）の局所変形の荷重分散効果を加えたトータルバランスによって，斜面安定化を図る工法である。

補強材挿入による斜面安定性の向上

自然斜面ですべり面を挟み，変位の不連続場を横切るように補強材が配置された場合に，補強力が発生するメカニズムを示したのが図②である。

斜面に打設された補強材は，地盤の変形に伴い図のように変形すると，補強材に引っ張り力が生じる。この引っ張り力は土に作用するせん断応力を減少させ，すべり面に作用する直応力を増加させて，土塊の見掛けの強度を向上させる作用をすると考えられている。

これまで実施してきた一連の試験により，補強材が変位の不連続場を垂直に横切る場合には，補強材頭部に適切な支圧面積を有する支圧板が必要であり，この支圧板によって補強材の曲げ剛性を効率よく発揮させ，さらに補強材の軸力が加算されて満足できる補強力を確保できることがわかっている。設計では支圧板の効果および補強材の効果を補強効果係数という形で導入した。

施工について

本工法は斜面上の森林を伐採しないで施工することを基本とし，施工手順と施工機械は次のとおりである。

準備工 ⇨ 足場工 ⇨ 削孔工 ⇨

エアー洗浄工 ⇨ 注入工 ⇨ 上部工 ⇨

確認試験 ⇨ 完了

削孔はハンドハンマーを使用し，足場用角パイプでガイドを作成，これを使用して削孔作業を行う。最大削孔長10 m の実績がある。詳細は治山研修ビデオ長崎 No. 7 ＝ノンフレーム工法削孔編を参考のこと。

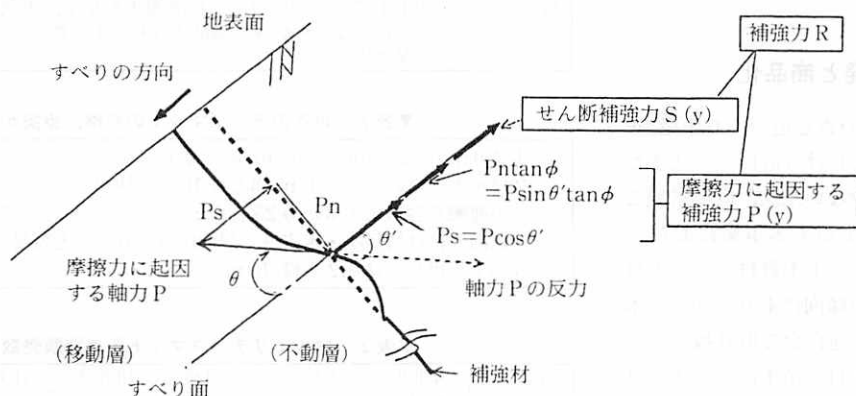
このように第１関門の削孔技術が確立したので，次は第２関門の注入技術の確立を目指したい。

おわりに

ノンフレーム工法の開発で，自然斜面の現状を変えることなく防災工事が施工でき，自然環境の面から見ても画期的な工法なので，大いに活用していただきたい。

最後に当工法に関係された方々には心からお礼を申し上げたい。特に現場施工者の方々，ご苦労さまでした。設計・施工の改良・改善のため，今後とも助言をお願いします。

▲図②　補強力発生メカニズム

林業技術賞努力賞　●四国森林管理局支部推薦

マルモリチップマットの開発とその普及

高知県森林組合連合会

（代表理事会長）
小松禧徳（こまつよしのり）

はじめに

高知県では，「木の文化県構想」のリーディングプロジェクトとして，平成６年に，自然環境や景観に配慮して総合的に空間整備を推進する観点から，「木の香る道づくり事業」を新たに発足させた。この事業のポイントは次のとおりである。①道路の法面に潜在自然植生の樹種を用いて自然林の復元を図る。②植栽マウンドを作る際に間伐材を使用する。③木材の用途を広げるため，強度，耐久性等の技術開発を行う。④ポット苗の育苗を行い中山間地域の産業とし，新しい雇用を創出する。

破壊された自然の回復だけでなく，苗木や間伐材を活用することで，中山間地域の産業の活性化，就労機会の増大が期待され，また自然素材を生かした工法としても注目された。この工事では，間伐材で柵工を組み，法面の整地を行い，ポット苗を植栽し，地表を敷藁（わら）で覆う工法が採択されていたが，近年コンバインの導入で国産の稲藁の入手が難しくなっており，施工にも手間のかかることに着目，この稲藁を木材チップで代用できないかというのが開発の動機である。

開発と商品化

県では，「木の香る道づくり事業」をはじめ，河川における近自然工法また環境に負荷の少ない工法，自然景観にマッチした工法が土木事業において徐々に採択され，土木資材として木材の用途は拡大の傾向にあり，加えて木材，苗木ともに連合会で取り扱っていることから，木材，苗木，マルチング資材を一連のものとして普及，販売が可能ではないかと考え，木質チップを内蔵するチップマットの商品化を図ることとした。開発にあたっての検討項目としては，①チップマットの耐久性，②マットの規格と重さ，③チップを入れる袋の紙質，④採算性と，一方，現場で施工した際の，①植栽木の活着状況，②雑草繁茂の抑制効果，③保湿効果，④作業の容易さの両面から検討，試作を重ねて，なんとか製品にまでこぎつけ，商品名を「マルモリチップマット」と命名した。

当初の製品は，現在の規格よりも大きく，１袋のチップも多く，固形肥料を混入して肥培効果も期待したもので，需要も順調に伸びるかと思われた矢先（平成７年８月ごろ），施工したチップマットが半年足らずで破れ，チップが風に飛散するという予想外の事態が発生した。原因は，チップを入れた袋の不織布（再生 PET 使用）が日光の紫外線により，当初の想定をはるかに上回る強度低下を起こしたことが原因と判明した。

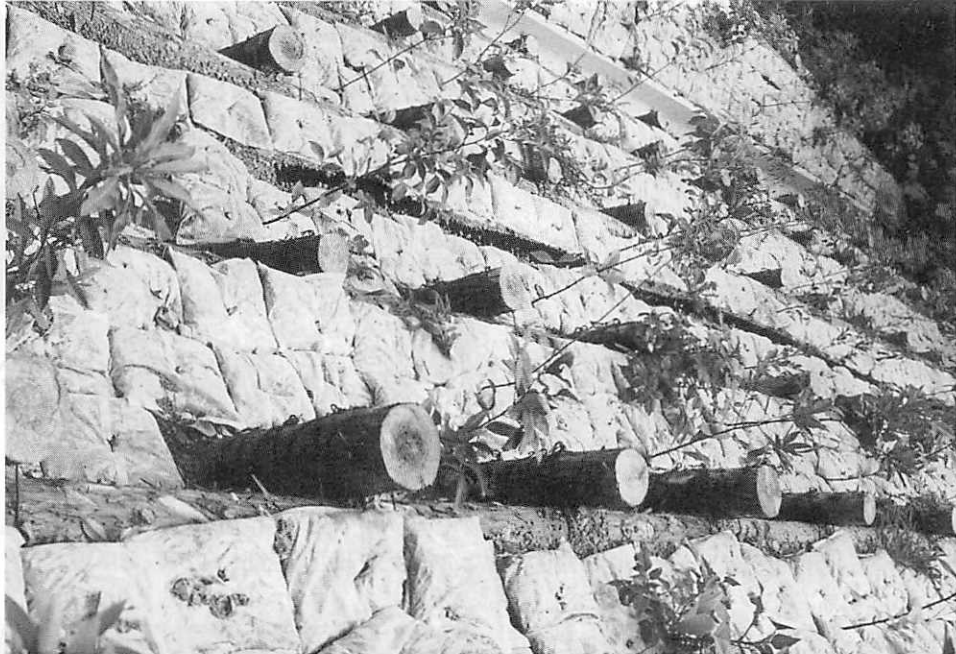
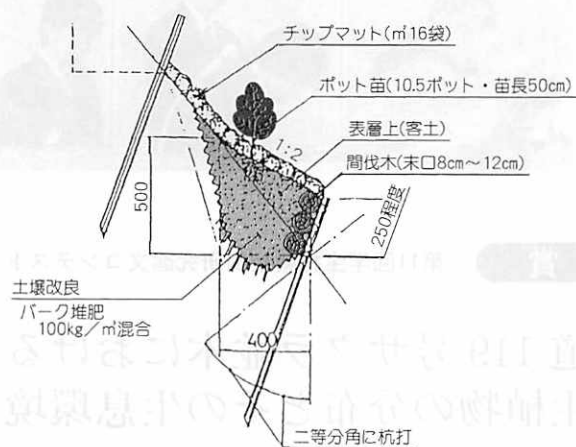
▼表①　不織布（15 g/m²）の特性と効用

原材料構成	木材チップ原料の再生繊維 30 %（レーヨン） トウモロコシ等原料の生分解繊維 70 %（テラマック）
特　　性	①土壌バクテリアにより水（H_2O）と炭酸ガス（CO_2）に分解 —— 環境に優しい ②土中では早期に分解し機能喪失が早く，大気中（地表に接しない）では分解が遅く機能を保持（1～数年）—— 雑草抑制，保湿効果

▼表②　現在のチップマットの規格，歩掛かり

①230 mm×280 mm×30 mm のでき上がり寸法
②マルチングの場合，1 m²当たり 16 袋の使用
③小運搬を容易にするため 25 袋をビニール袋詰めとしている
④法面等には竹目串・木串等，現地採取のものでも容易に固定ができる
⑤施工歩掛かりは 0.2 人役/10 m²

▼表③　マルモリチップマット年度別販売数量　（単位：袋）

6 年度	7 年度	8 年度	9 年度	10 年度	11 年度	12 年度（予定）
14,000	43,100	152,714	30,286	36,268	201,440	300,000

▲写真　施工の状況

◀図　編柵工（工事例）

▶写真　チップマットと内蔵チップ

この失敗を糧に，不織布については当初から全面的に協力をいただいているＫ製紙株式会社（本社：高知市）に，太陽光線に強く，自然に還る素材での不織布の開発を依頼，改良を重ねた結果，生分解性不織布(UT-15GR)を開発，これを現在は外袋として使用している（表①）。

内蔵するチップも袋の分解速度に合わせて腐朽の進むものが求められ，従来，廃棄物として処理をされていた，加工過程で出される木材の削りかす，樹皮，木くずや，土木建設等で出される樹木の根株，枝葉の粉砕物等を主に使用して製品化した(表②)。なお，マルモリチップマットの年度別販売数量は表③のとおりとなっている。

おわりに

チップマットの製造は，森林組合作業班の雨降り対策や地域の婦女子のアルバイト等を使っての不定期な生産を行っているが，今後需要が軌道に乗ることとなれば生産工程の見直しも行い，計画生産のできるシステムの構築も必要となってくる。

製品の普及，販売には，間伐材，小径木専属のスタッフを配置して関係業界との連携や情報収集に努めながら，土木資材としての間伐木の需要拡大にあたる中で，チップマットの普及や販路開拓も併せて行う仕組みとしている。

しかし，なんといっても行政の指導と協力が必要で，今回の場合も自然に還る素材を使ってできないかとの助言のもとに，現在の製品が開発されたのである。いずれにしても，需要の拡大が，現在木材業界の経営負担となっている産業廃棄物の処理，間伐材等の活用の一助となることを念じてやまない。

協会 第55回 通

第11回 学生林業技術研究論文コンテスト要旨

写真は，平成12年５月24日，東京農林年金会館・虎ノ門パストラルで開催された，本会第55回通常総会での表彰風景。

日本林業技術協会では，林業技術の研究推進と若い林業技術者育成のため大学学部学生を対象として，森林・林業に関する論文（政策提言を含む）を毎年募集・審査し，優秀論文に対して表彰を行っています。本号では，入賞された６本の論文要旨をご紹介します（所属：応募時）。

なお，要旨は論文審査委員会が取りまとめたもので，寸評を含みます。

林野庁長官賞　第11回学生林業技術研究論文コンテスト

宇都宮市国道119号サクラ並木における樹幹着生植物の分布とその生息環境

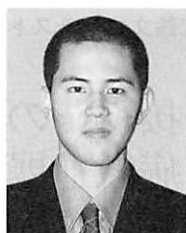
いとう しょうこ
伊藤祥子　宇都宮大学農学部森林科学科

この論文は日光街道のサクラ並木を対象に，同一時期植栽した同一樹種のサクラに着生する植物群を調べ，自動車の排気ガスなどによる大気汚染，人工構造物による日射量・空気湿度の変化など生育環境との関係を推定するために種特性・生育型などから多面的に調査検討したものである。

調査手法としては，栃木県宇都宮市（一部は今市市）の国道119号の日光街道沿いに約16 kmにわたり植栽されたヤマザクラ（*Prunus jamasakura*，以下サクラ）約1,700本を調査木とし，着生植物の生育場所であるサクラの幹ごとに，着生植物の種構成，植被率，生育型別の出現頻度を，樹幹の一定範囲の高さおよび樹幹の東西南北別に調査している。また，樹木の個体間，個体内における着生植物の分布に影響すると思われるサクラの幹の太さ，サクラ並木に隣接している環境のタイプを樹林，建物，開放空間などに区分して記載するという緻密にして詳細な調査を実施している。

これらの調査結果から，①サクラの個体間での着生植物は30種数えられ，その分布の変異と基物の大きさ，隣接環境の違いとの関連性を，閉鎖林分あるいは開放地に接することで生育の良くなる種群などのあることを明らかにした。②サクラの個体内で

の着生植物の分布の変異と，着生植物の付着している樹皮が面している方位との関連性について検討し，空中湿度などとの関連を述べている。さらに，これらの結果を基に着生植物の生育型と生育特性の検討，およびより詳細な環境指標としての有効性について検討して応用性の高い成果を得ている。

この論文の計画性，野外調査の正確さ，文献学的な検討による研究対象の位置づけ，的確な考察のいずれの視点からも，非常に高い水準にある論文であると評価できる。

林 野 庁 長 官 賞　第11回学生林業技術研究論文コンテスト

我が国で森林認証を取得する際の課題
—速水林業の事例を通して

にしやま
たいぞう

西 山 泰 三　東京大学農学部森林科学専攻

近年，持続可能な森林経営に対する社会的要請が強まるにつれて，日本においても森林認証制度に対する関心が高まっており，速水林業（三重県海山町）で審査が行われ，国内初となる認証が交付された。本論文は，今後の認証のあり方について考察したものである。

FSCにより認定された認証機関は世界に7機関あり，速水林業の審査に当たったのはSCSという機関である。森林経営の認証では，フィールド審査・文書審査・地域関係者との協議などを行い，森林経営計画・森林資源の状況・森林管理の状況に関しての評価がなされた。

速水林業の審査は，①木材資源の持続性，②森林生態系の維持，③財政的社会経済的視点，の3つの視点に基づき行われた。ヒノキの高品質材の生産を目的とした速水林業の施業体系と林業技術は，小面積皆伐方式，造林・保育（枝打ち・間伐など）における省力化，伐採搬出面での路網整備，機械化，広葉樹の導入などの点で非常に高い評価を受けている。また一方で，環境や生物多様性への配慮，そしてそれらを実現するための管理方針の文書化，資源・環境を含めた経営活動全般にかかわるモニタリングシステムの確立，情報の公開化，合意形成等の点でマイナスの評価を受けている。これからの林業技術は，個々別々の技術ではなく，経営技術および環境管理技術に社会技術としての側面を加えた「地域経営技術」としての方向を目指す必要があるとしている。

そしてFSCの認証取得を目指す際の課題と提言として，①水系の保護管理，生物多様性の確保，ランドスケープへの配慮，生態系保全地区の設定など環境への配慮が要求される。②企業的な経営管理の観点から，計画・作業マニュアル等の文書化を通じての経営方針の明確化，経営活動全般のモニタリングを実施しなければならない。③経営の長期的安定と環境保全への担保として林業経営の財政的安定が求められるとし，これらの課題は，技術的，経営経済的，また制度的に，わが国の林業経営体や自治体

にとっては重い課題である，としている。

最後に提言が3つ。①日本の状況にあった認証審査基準を早急に作成すること。②零細所有者の多いわが国では，複数の森林所有者が共同で認証審査を受けることができるグループ認証の仕組みを確立すること。③バイヤーズグループの結成等により，消費者による選択的購買を促すことが必要である，としている。

これからの林業を考えるにあたって，はなはだ示唆に富む非常に優れた論文である。

日本林学会会長賞　第11回学生林業技術研究論文コンテスト

マツノザイセンチュウ接種苗の形成層活動と病徴進展

とおやま まさゆき
遠山昌之　九州大学農学部林学科

本論文は，マツ材線虫病において先駆的な病徴であり，かつ発病に必須といわれている形成層活動の停止という現象に着目し，形成層活動が停止する時点での樹体の生理的状態を明らかにし，形成層活動の停止原因について究明することを目的としたものである。

供試木には，鉢植えされた6年生クロマツの苗木を用いている。供試木の平均樹高は119.2 cm，平均地際直径は1.52 cmであった。土壌が乾燥しないように灌水は十分行っている。線虫の接種は，1999年7月16日に行っている。接種に使用したのは，強毒性のKa-4系統で，線虫を0.1 ml当たり1万頭の懸濁液になるように調整し，供試木の主軸先端に電動ドリルで直径2.5 mmの穴を開け，マイクロピペットを用いて1本当たり1万頭接種している。対照区には，線虫接種と同様の方法で蒸留水を注入している。また，線虫接種当日から4日おきに接種後40日目まで，夜明け前の水ポテンシャル，樹脂滲出，光合成速度，気孔コンダクタンスについて測定するとともに，形成層分裂の有無を知るため，傷つけ法を用いて線虫接種日以降に増加した仮道管数をカウントし，形成層活動の指標としている。

これらの測定の結果，接種後にまず，樹脂滲出量の低下が起こり，しばらくして樹脂滲出の停止と，形成層活動の停止が起こり，その後まもなく気孔コンダクタンスと光合成速度の低下が起き，最終的に水ポテンシャルの急激な低下が発生することがわかったとしている。

これらの実験結果から，従来から形成層活動の停止が水ストレスや正味の光合成量の低下で生じるという可能性が指摘されている中で，この概念を否定する結果を得たとしている。すなわち，接種後まず最初に樹脂の滲出量が低下し，その後，樹脂滲出の停止と形成層活動の停止が生じ，その後，気孔コンダクタンスと光合成速度の低下が生じ，最終的に水ポテンシャルの低下が急激に起こることを見いだし，したがって，形成層活動が停止した時点では，水ストレスや葉の生理的な異常はまだ生じていない

と推察している。

このように，線虫によるマツ枯損のメカニズムを解明するために精力的に取り組み，重要な問題点を指摘しており，学術的にも高い水準の論文である。

日本林業技術協会理事長賞　第11回学生林業技術研究論文コンテスト

窒素源としてのアミノ酸が外生菌根菌の成長に与える影響

なかや
ひろのぶ
中屋博順　東京農工大学農学部地域生態システム学科

本論文は大きく2つに分かれ，前半は5種類の日本産外生菌根菌がどんなアミノ酸を利用できるかという菌側の生理を，後半は菌根合成をさせる過程で窒素源をアカマツ単独では吸収できないアミノ酸に絞ったとき，アカマツ側の成長がどう変化するかということを実験を組み立てて研究したものである。特に，後半では菌根合成の長期培養と無菌化を図り，新しい実験系でアカマツの間接的なアミノ酸利用の可能性を実験している。

コツブタケ，ショウロ，チチアワタケ，ニガイグチモドキの4種の担子菌類ではセリン，アスパラギン酸，グルタミン酸，アルギニンなどの添加で成長が良く，リジン，ヒスチジン，トリプトファンなどは成長が認められなかった。コツブタケは多くの種類のアミノ酸を利用でき，チチアワタケはグルタミン，グルタミン酸，アルギニンと少なかった。

一方，不完全菌類のケノコッカムは上記4種と著しく嗜好性が異なっていた。側鎖や分子量，酸性か塩基性かなどの性質でアミノ酸を区分した場合，こうした嗜好性に特定の傾向は認められなかった。すなわち，分子量が小さいほうが吸収が良いなどということはなかったとしている。過去の土壌中のアミノ酸量の研究例は少ないが，土壌中に多く存在するアミノ酸はよく利用され，分類学上離れた種類では代謝経路の違いが想定され，利用アミノ酸の嗜好性が異なるようであったとしている。また，培養容器への発泡シリコン栓などの装着により，水分，養分補給をできるようにして人工的な菌根合成苗の長期培養を可能にしている。同時に，この容器は接種後の開閉をしないので無菌化も図れた。

クロボク，赤玉，軽量骨材を用土としてコツブタケを接種したアカマツでは菌根が形成され，苗長，葉数に増加が認められたとしている。有機物を含むクロボクを除き，赤玉，軽量骨材にアミノ酸を添加した実験では菌根が形成されず，むしろ無接種苗の成長が良かった。これは接種区の実験操作が複雑で微細作業を伴うため，菌根菌接種区の苗が傷ついたことが原因のようであったと結論づけている。

以上の実験を通して，無機化が進みにくい尾根筋や寒冷地での窒素循環の理解には養分供給源としての菌根菌の役割の解明が重要であるとしている。

研究計画を立て，問題が生じるとそれに的確に対応して着実に研究を進め，新しい知見を導き出しており，方法も結論も優れた水準にある論文である。

日本林業技術協会理事長賞　第11回学生林業技術研究論文コンテスト

マツ材線虫病初期感染過程における寄主組織の細胞学的観察

はら なおき
原　直樹　京都大学農学部生産環境科学科

この論文は，体長1mmの微小なマツノザイセンチュウ（*Bursaphelenchus xylophilus*）の感染により，巨大なマツ樹がどのようにして枯損するのかという，きわめて素朴な疑問から問題が設定され，罹病木の木部の水分通導阻害に影響を及ぼしている原因に焦点を合わせて実験・調査が進められている。

まず予備実験において，線虫接種後のマツ木部組織の呈色反応が全般的に検討された結果，線虫接種により木部の脂質の呈色反応に明瞭な変化が見られた。材線虫病における放射柔細胞内の脂質の変化については，既往の報告でも材線虫感染後の早い時期に放射柔細胞内の脂質に変化が生じることが指摘されている。しかし，研究者により脂質の呈色反応のためにそれぞれ異なった染色剤が用いられているため，その結果について統一的な解釈ができなかった。そこで，本実験では既往の研究でよく用いられてきたナイル青，スダンⅣに加え，脂質染色性が高く，中性から酸性域のあらゆる脂質を特異的に染色できるスダン黒を用いて呈色の比較を行い，３種類の染色剤を併用することにより，マツ木部の放射柔細胞の脂質の呈色反応の変化について統一的で詳細な検討が行われている。

実験では，接種源として強病原性マツノザイセンチュウ（S10系統）と，弱病原性マツノザイセンチュウ（C14-5系統）が用いられ，対照として水道水が接種された。接種から１，２，および３週間後に各処理区から２本ずつ，計６本の枝が採取され，脂質の変化と病原線虫の分布が，時間経過と接種点からの距離という面から調査されている。

調査の結果，線虫感染後の木部の変化から個体の枯損に至るメカニズムについて，①線虫感染後，放射柔細胞内の中性脂質の減少と酸性脂質の増加が起こる。②酸性脂質の増加に続いて顆粒構造が崩壊し，脂質を含む物質が細胞内に広がる。③細胞自体も生理活性を失い，脂質を含む内容物は柔細胞外に漏出する。④その漏出した物質が仮道管を流れる水の流れに乗って仮道管有縁壁孔膜に沈着し，壁孔膜の正常な弁機能を損なわせる。⑤その結果，仮道管における水分通導が阻害され，樹体は萎凋（いちょう）するとしている。

この論文は，線虫感染から樹体が萎凋するまでのメカニズムを解明した学術的にも貴重な優れた論文である。

日本林業技術協会理事長賞　第11回学生林業技術研究論文コンテスト

桜島におけるクロマツ外生菌根のタイプと分布

さかきばら
あおい
榊原あおい　鹿児島大学農学部生物生産学科

本論文は，桜島におけるマツ枯損の状況，鹿児島大学農学部森林保護学研究室で行ってきたこれまでの桜島のマツの枯損が少なかった原因調査の結果などを基に，最近マツの枯損が急増しかかっている桜島で，マツ材線虫病の初期定着と蔓延の過程におけるクロマツ―菌根菌の共生の役割を解明しようとしたものである。

今回，桜島で林分の発達程度や火口からの方位が異なる4つのクロマツ林分を調査地として選定し，それぞれの調査地の土壌から菌根菌を抽出し菌根菌数を測定している。また，調査地の環境要因の中で重要と考えられる土壌含水率の測定も行っている。

調査林分の土壌含水率は，林冠が閉鎖し，火山灰が何層にも堆積した林分で高く，大正溶岩上にクロマツがまばらに生育し，林分としての発達が悪い調査地で低いことを明らかにしている。菌根については，各調査地の土壌から抽出した外生菌根は8タイプに区分できたこと，出現した菌根のタイプ数は調査地間で差がなかったが，出現タイプは調査地間で異なっていたこと，菌根の土壌層間の分布はタイプにより異なったこと，菌根数は桜島の東部の林分より西部の調査林分で多かったこと，特によく発達した林分では少なかったこと，土壌含水率の高い調査林分では生菌根数は少なく，生菌根に対する死菌根の割合は低かったことなどの調査結果が明らかにされている。

以上の調査結果を基に，菌根タイプの林分の発達度との関係によるグループ分け，菌根数の調査林分間の差と，そこに生育するクロマツとの関係，マツ枯れと菌根菌との関係について考察を行い，今回出現した菌根菌は林分の遷移初期のクロマツ林分に見られるタイプと成熟したクロマツ林分に見られるタイプに分けられ，各タイプの菌根の形状的な特徴は，出現林分の環境条件とよくマッチしていると結論づけている。さらに，土壌（火山灰）の堆積量を反映した菌根の土壌中の垂直分布や土壌含水率と死菌根率，生菌根数との関係から，クロマツにとって生育条件が悪い溶岩台地では，クロマツの生育にとって外生菌根が重要な役割を果たしているのではないかと推測している。

これらの知見は，マツ材線虫病の初期定着から蔓延に至るメカニズム解明のための基礎データとして高く評価できるものであり，水準の高い論文といえる。

ニュース

「子ども樹木博士」認定活動の推進協議会設立される

森林や地球環境問題への一般の理解を促進するため，子どもたちやその保護者等を対象として，樹木とのふれあい体験を通じて樹木を知り，森林・自然・環境について学び，併せて親子のふれあいの機会を提供しようとする「子ども樹木博士」認定活動の推進協議会が，この6月12日に設立された。昨秋，農工大で実施された親子のための「樹木博士」活動（本誌本年3月号論壇参照）を参考に，森林関係ほかさまざまな機関・団体が連携して，全国的に推進するための方策が検討されての設立となった。**問合せ：「子ども樹木博士」ネットワーク事務局，**〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル6階，（社）全国森林レクリエーション協会内，☎03-5840-7471，FAX 03-5840-7472

会員の広場

生産力の時代から学ぶこと

―渡邊定元先生への手紙―

大住克博（おおすみ かつひろ） 森林総合研究所関西支所

少し前になりますが，本誌3月号（696号）に掲載された渡邊先生の「生産力増強計画と林業技術－拡大造林を支えた林業技術の展開過程を中心として－」を大変興味深く拝見しました。本誌でこのテーマが正面から俎上に載ることは，10年前の秋山智英氏の論考（本誌581号，1990）以来なかったように思います。戦後の生産力増強政策とそれに伴う拡大造林の推進は，わずか半世紀の間に，国公有林，民有林を問わず，大変大きな影響をもたらしました。そのもたらした変化は，林業の経営構造，森林資源の配置から森林生態系，森林景観にまで及びます。したがってこの問題については，林政学，経理学のみならず，生態学や景観管理などからの視点を含めた広範な議論があってしかるべきと思います。

私自身の体験は，国有林における拡大造林末期以降の出来事に限られています。いきおい生産力増強政策－拡大造林についてのイメージは，それが当時の経営事情とも結びついて生み出した荒涼たる天然林伐採跡地の景観と重なり，決して肯定的なものではありません。しかし今回の渡邊先生の論考により，生産力増強政策について，いくつかの点で認識を新たにしました。

例えば，先行して立てられた帯広局におけるモデル計画では，天然林から人工林へというやみくもな林種転換は意図されず，蓄積の低い天然林に限定して拡大造林が図られたということ，あるいは，生態学的な見地からの拡大造林域限界の検討も行われたということ等の記述がありましたが，これらは，草創期の生産力増強政策が，より慎重に抑制された形として始まっていたということを伝えてくれます。また，計量化した立地級体系の開発と適用，数量管理による資源保続の徹底などには，技術的合理性に立ち，最新の知見を援用して新たな施業システムを確立しようという，当時の技術者の熱意を強く感じます。そのような熱意はその計画過程で多くの議論がなされたということからも察せられますが，現在の林業技術に関する議論の低調さから考えると，うらやましくさえ思います。

一方でまた，生産力増強計画は「戦後の外貨不足時代の経済復興を第一義とし」たものであり，出発点は技術的な必然性ではなく経済的な理由であったという現実も，あらためて確認することができました。端的に言えば，増大した国内の木材需要の充足や，外貨獲得のために増産というバブルが発生し，やがてそれに伴い肥大した体制を維持するために，また拡大造林が続けられたというわけですが，この本質は見逃してはいけないでしょう。

＊　＊　＊

さて，先生もおっしゃられているように，「増強計画で意図した体系を，現時の価値観をもって評価してみること」は，確かに重要な作業だと思います。そのような議論には，しょせん結果論だという批判があることでしょう。しかし過去を見直し，それを将来の教訓として生かすことは，これからの時代にまだまだ責任を持っているわれわれの責任でもあります。特に，長期を要する森林の取り扱いは容易に試行錯誤ができない世界なので，過去の経験の回顧は，より意味を持つのではないでしょうか。そこで，私も先生の論考を通して感じたこと，考えたことを，断片的ではありますがいくつか申し上げることにします。

●まず第一に知りたいことは，生産力増強がどのようにして拡大造林に収束していったかということです。木材生産基盤強化の方策は，当然のことながら拡大造林だけに限られているわけではありません。しかし誤解をおそれずにいえば，より抑制が利いていたはずの増強計画は，国有林において，いつの間にか拡大造林原則ともいえるドグマに取って代わられていったように思えます。初期の豊かな思想は，いったいどこで失われていったのか，またどうして失われてしまったのでしょうか。さらに，そのことはその後の国内の森林資源や森林経営にどのような遺産や負債を残したのでしょうか。これらのことを客観的に明らかにし，議論することは，計画にかかわった世代と，今後，森林の管理を引き継ぐ世代の間で，きちんとなされておかねばならない作業ではないでしょうか。

●計量化された立地級体系などに代表されるようなシステム化，標準化は，全国にわたる統一的な森林管理体系の整備を可能にしました。このことはさらに，施業法のマニュアル化を促進しましたが，結果として，個々の林業技術者の自立を弱め，技術力，判断力などを低下させたのではないか，あるいは低下を容認する

体制をつくってしまったのではないかと思います。類似したことは，作業級が施業団に変わり，収穫量の保続の単位が事業区から経営計画区，地域施業計画区へと広域化したことについても考えられます。保続単位の広域化は，より効率的な資源管理を可能にしましたが，同時に，保続が業務的にも感覚的にも現場の技術者の守備範囲を超えたところで図られるようになったことを意味します。そのため，直接森林の管理にあたる担当者が，資源の保続や，保続に配慮した森林の取り扱いに無関心になってしまったということはないでしょうか。ついでながら，林業技術者といわれる人々の自然への関心や配慮が，往々にして貧困であったりすることも，これらの傾向に結びつくような気がします。

もちろんシステム化や広域化が，技術レベルの低下に直接の責任を持つわけではありません。森林管理のシステム化，広域化によって得られた俯瞰的な視点は，その後の森林管理に大きく貢献したと考えます。しかしこのような方向は，基本的には森林の持つさまざまな情報を単純化し類型化し，それぞれ要素を分解して評価することで成り立っているものです。それゆえ，そのようなシステムを支える技術者は，現実には多様かつ複雑な存在である森林を総合的に把握し，システムを補完して適切に運用できることが肝要となります。自らの目で森林を理解する力を十分高めておくことが大事でしょう。そしてそのために，個々の技術者の教育啓蒙や，技術を重んじる職場環境の形成に努めることが，管理組織の責任として重視されるべきだったのではないでしょうか。システム化，リモートセンシング化がいよいよ盛んな今，この問題は一層切実であるように思います。運用する技術者のレベルが十分でなければ，システムは危うい道具にさえなりかねません。

●生産力という文脈の中で考えられてきた保続とは，幹材積に換算した量的な保続でした。このことは論考で触れられているように，数値管理による全国的な経営体制の確立に寄与しました。しかし量的な管理においては，原則として樹種，林種，林齢にかかわらず1 m^3は1 m^3として等価に扱われます。例えば，若齢カラマツ林が1 m^3成長することで，ブナ天然林が1 m^3伐採されることの穴埋めがなされたわけです。森林の多様さや，森林のもたらす多様な役割が認知されるには，あまりに早い時代だったのでしょう。しかし，その後われわれは，森林資源の保続とは，量だけではなく質的にも保障され，さらにその空間配置も配慮されたものであるべきだということに気づくことになります。早い時期に，伐採量の保続から，木材生産のみでなく生態系としての機能までを含めた，包括的な森林資源の保続へと基本方針が転換されていれば，現在のわが国の森林景観は，もう少し違ったものになっていたかもしれません。

●いろいろと批判はしても，社会的，経済的理由から発生した木材生産拡大を拡大造林による基盤整備に結びつけたことは，その時代の状況の中では合理的な選択であったのだろうと思います。しかしその後拡大造林は，高海抜，多雪地帯にまで及び，環境的にも経営的にも問題が残るような造林地を抱え込むようになりました。また，森林に対する社会のニーズは大きく変化し，木材生産至上主義も崩れ始めました。その過程で，なぜもっと早く見直しが行われなかったのでしょうか。雇用とか組織の維持がその理由としてよく挙げられますが，だから仕方がなかったと総括していいのでしょうか。

生産力増強計画そのものとは別に，それをその後，拡大造林一辺倒に読み替えて，長く引きずってしまったことについての是非と責任が問われるべきだと思います。ここで立ち上ってくる，一度決定された方針でも常にチェックし，その結果によっては見直すことができるかということは，生産力増強計画－拡大造林の問題を離れても大変重要な課題でしょう。見直すことの意義と役割を技術体系や行政手法の中に明確に位置づけていかないと，今後もさまざまな「避けることができた失敗」を生み続けることになるのではないかと危惧します。

＊　＊　＊

ところで私は，渡邊先生が代表を務めておられる研究会の運営に携わっています。したがって，感想や質問も直接お会いした折にお伝えすればいいわけですが，この問題については誌上においても何らかの議論があるべきだと考えて，あえて渡邊先生への書簡という形を取りました。すでにこの世界の過半を占める私より若い世代では，拡大造林という言葉すら知らない者も多い時代になりました。林政学や森林資源管理の門外漢の素朴な論議とは存じますが，後進への伝達のために，特にこの時代を実際に経験された皆様のご教示やご意見をうかがえれば幸いに存じます。

最後に余談ながら，先生は行政当局の環境林重視を批判していらっしゃいますが，森林に環境の視点からの価値を見いだすことも，今の時代には重要なことだと思います。批判されるべきは，環境を森林経営放棄の口実にすることではないでしょうか。

▲ 八甲田の雪形。ドーム状の右端は最高峰の大岳。赤倉岳は正面やや左のピーク。山頂下にY字形が明瞭。その右に，左を見たウシの頭形残雪。最手前は前岳（青森市浜館地区から2000年5月末撮影）。なお，旧暦5月2日は，今年は6月3日に当たる。

●二百年前と同じ景観

ここで驚くのは、残された真澄の写生図と、現在望見できる雪形が全く同一の形状を見せていることである。二百年以上も、同じ景観が青森市街の南三十キロにそのまま存在しているのである。もし、真澄が生きた時代にタイムスリップしたとしても、八甲田の赤倉岳の部分だけは変わらない。もっとも、「だけ」と言ったのは、その西隣の田茂萢岳に、一九六八年に営業したロープウェー駅舎と、そこを起点として開削された登山道（三十余年後の今もハイマツの枯損が続く）が存在するからである。景観の点からはほぼ同一としても、雪形が持つセンサー、もしくは掲示板としての意義は失われつつある。青森市南郊外に位置する戸山地区でも、雪形を農作業の目安とする人はもういない。「そういう話を聞いたことがあるが、もっと年寄りに聞かないとよくわからない」と六十代半ばの人が言う時代である。雪形は黙して語らずか。

エコツアーをはじめ、○○ツアーが盛んな昨今、雪形観察・探訪は新たな観光ジャンルを形成しうるが、農事センサーとしての雪形の役目は失われたのも同然だ。

私たちは、「季節の便り」を懸命に送っている雪形のメッセージを受け取るメールボックスを、もう持ち合わせていないのだろうか？　電脳社会にあっては、残雪の山を仰ぎ見るということ自体が、時代遅れの行為なのだろうか？　伝承されてきた雪形が世紀末において途絶えようとするならば、新しいコンセプトによって雪形を伝承してゆくことが必要だ。

民俗・文学・詩歌・映像などといった文化的側面においてはもとより、残雪の消長を継続調査することにより、防災計画への活用や、水資源かん養といった実用的側面において雪形の意義を伝承してゆくことも構想できよう。さらに、ビルの建築などにより都市部内から望見地点が消失することは、都市景観からも損失であろう。タウンスケープ（街観）とランドスケープ（景観）をつなぐ尺度、指標として雪形の意義をもう一度、復権させたい。都会の雑踏越しに雪形の見える街を創出すべきである。雪形は、わが国が世界に誇る文化であることを拡散させることが大切だ。“うるおい”とか“ゆとり”の言葉だけが氾濫しているが、景観を通じて具現化する努力も必要だ。

世界中の人が知るチャンスに遭遇した雪形が一つあった。オリンピックが行われた長野県白馬村の白馬岳である。呼称として、現在はハクバのほうが通りがよいが、もともとは「しろうま」であったという。白馬岳の山腹に現れる、馬の雪形が苗代かきの時期であったからといわれている。代馬岳が、白馬岳に変わり、いつしか「はくば」になったとされているが、もともと雪形由来であった。表記の変遷は多い。白馬岳の南方に座する五竜岳も武田菱に由来する御菱が変わったものと、深田久弥の日本百名山に記されている。

全国的には三〇〇以上の雪形があるとされる（田淵行男『山の紋章・雪形』一九八一）。その半数以上は名称と現地が比定できずに不明であるといわれているが、六年前に発足した「国際雪形研究会」（十日町市）は、精力的に雪形を収集記録している。

なお、本「林業技術」は、今号で七〇〇号を迎える。その記念すべき本誌に小稿を書く機会を与えられたことを光栄に思う。

（青森県西地方農林事務所総括主幹）

「北の森◇北の風」通信 No.16

八甲田 ―第4回― 山腹の大蟹

工藤樹一
青森ネイチャーウオーク倶楽部代表

●リンゴの花芽

　毎朝、リンゴ畑を眺めながら通勤している。桜が葉桜に変わるころ、気づいたことがあった。花の数が少ないのである。今年のリンゴの花はまばらで寂しく、畑が純白に染まる満開はいつになるのだろう、と思っているうちに花期は終わってしまった。

　早速、知人である、リンゴと有機栽培のコメを作っているY・Aさんにその訳を聞いた。Aさんは津軽平野越しに秀峰岩木山が望まれる緩やかな丘陵地で、実に美味しいリンゴを作っている。その花芽不足は、「フジ」、「ジョナゴールド」といった主力品種に目立ち、ここ数年ないほどだったという。Aさんは「昨年の高温などが原因と思います」。一年前の気象状況が、今年の花芽の形成に悪影響を与えたというのだ。

　花の少なさは花粉不足を引き起こし、地区によっては五年ぶりのリンゴ不足も懸念されている。津軽のリンゴ地帯では、はや今秋の収穫の出来、不出来が話題となっている。

　このように、農作業は自然現象と密接な関係がある。そこで関係機関は、随時情報提供をし、現代の農事暦が形成されているが、花芽不足は人間の都合とは無関係に発生し、心配事のタネと化す。

●雪形はコミュニティ放送

　情報を十分に入手できなかった昔の人は、何を目安に農漁業をし、気象変化を予想していたのだろう。

　「八十八夜の別れ霜」「シカダの風は命とり」「返り花が咲くと秋が長い」などの俚諺（ことわざ）、「七時雨山」という一種のバロメーターである山名など。これらから推測できるのは、身近な自然現象を情報源としていたらしい、ということである。長年の自然現象の観察経験が積み重ねられた結果であろう。

　「蟹（カニ）のはさみが見えたら苗代かき」これは、雪国・青森で、かつて言われていたことだ。雪形（残雪）が望まれる地区では、たいてい山腹に現れる雪の形の変化を農事暦に使ってきた。つまり、雪の消え具合を動物・人・農機具などの図形に見立てて農作業の目安にしてきたのである。なお、雪形という言葉は現在の広辞苑には載っているが第二版にはないことを見れば、雪渓よりも新しい言葉である。

　蟹のハサミは、実は八甲田の北斜面に出現するものである。正確に言うと、北八甲田山群の赤倉岳の北稜線山腹一、三〇〇～一、四〇〇メートル付近である。ハサミの右側を上方に延長すれば、田茂萢（たもやち）岳（一、三二四メートル）からの登山道にぶつかるが、この雪形への夏道はない。春スキー時に、「温泉コース」（田茂萢岳～田代平）を取れば、その下方をトラバース可能であるが、だれも、ここが〝有名な雪形〟そのものであることに気づく人はいない。

　この雪形は市内から望見できる。青森市筒井地区にある私の母校である青森高校の校庭からも、鮮やかに見えた。もっとも私たちは、「YZ」と呼んでいた。Yはハサミの形状からうなずける。では、Zとは何か？　実は、もう一つ雪形の呼称があったのである。Zは「ウシの首」と言われてきたものであったことを、後日知った。

　この残雪形を含め、八甲田の雪形は古くから知られていたらしく、江戸時代の紀行家で本草学者の菅江真澄は、寛政八（一七九六）年の五月二日に青森市を通過したおり、『すみかの山』に次のように記述している。

　「峰に種蒔老翁、蟹子のはさみ、牛の頭とて、雪もやゝ嶽にけち行、苗代まくころほひは、たねまきをっことといふが人の立る姿してぞ見へたる。かにこの鋏に田をかいならし、うしのくびに早苗採り植る。それ〴〵のころ、その形ぞあらはるる」（菅江真澄全集・未来社）

　冒頭の「種蒔老翁」は、赤倉岳よりもさらに北方の前岳の左側（北東斜面）に現れるものに比定されるが、同じく夏道はなく、春スキー時の「銅像コース」（田茂萢岳～雪中行軍銅像）に当たる。なお、前岳はコメツガの北限としても知られるが、近年、同コースは山頂部に大亀裂や雪崩が発生している。

●コラム●

井出雄二の 5時からセミナー ④

測定することの意味

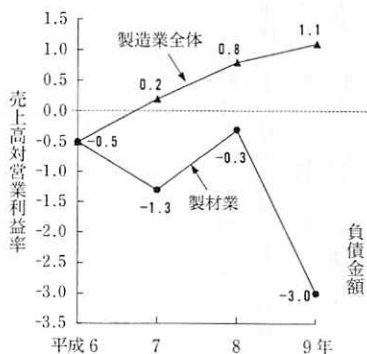
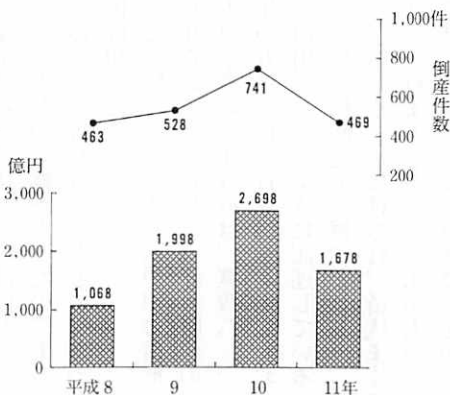
森林のことを話すのには，実際にその場に行ってその森林がどんなものなのかを知ることが大切だ，ということをよくいわれる。それはなぜかというと，個々の森林（林分）は構成する主な樹木種が同じでも，土地の条件，一緒に生育する植物や動物などが異なっており，まったく同じということはほとんどないから，なかなか話だけでは共通にイメージを持ちにくい。しかし，いつでもその場へ出向いて議論するわけにはいかない。そこで，その森林についてのいろいろなデータを示して表現することになる。

物の形や現象を表現するためには，対象を計測して数値によって示す方法が用いられる。森林で私たちが測るものは，樹高や胸高直径といったありふれたものから，土壌中の虫の数まで多様である。土壌中の虫の数は細かくて間違えないようかなりの気を使うが，とにかく数えることができる。でもそれは数えた本人が見つけることのできた虫の数であって，まだ隠れて見つからなかったものもいるかもしれない。樹高を測るというのも森林の計測のうちかなり重要な仕事であるが，実際やったことのある人なら，だれもがミリメートル単位で測れるものではないことを認めるだろう。

ここで，正確に測れないのは測定器具の精度が不足している，あるいは測定者の技術が未熟であるというようなことが問題となるかもしれない。けれども，どんなに精度の高い機器を用い，どんなに熟練した人が測定したとしても，同じ樹木の高さを繰り返し測ったときに常に同じ値であるということはまれである。こうした測定値の変動は，統計学では測定に伴う誤差によるものとして知られている。

さて，私たちは自然の状態をありのままに表現したいと考えている。これを実現するにはどのような方法を取ればよいのだろうか。すべての事象についてすべての場合において正確な測定をすることは不可能である。そこで，対象の中から一部をサンプルとして取り出して測定するということを行う。測定するのは一部であるけれども，表現したいのは対象とする林分の全体がどうなっているかということである。

統計学の手法を適用すれば，自動的にサンプルの値から全体を表現することが可能である。そこに

統計にみる日本の林業　木材産業の経営動向

資料：通商産業省「中小企業の経営指標」
注：売上高対営業利益率＝営業利益／純売上高×100

資料：東京商工リサーチ（民間調査機関）調べ
注：負債金額が1千万円以上のものである

平成9年以降の住宅着工戸数の大幅な減少による製材品や合板等の価格の下落もあり，木材・木製品の製造業および販売業を取り巻く経営環境は非常に厳しいものとなった。例えば，通商産業省「中小企業の経営指標」によると，平成9年の製材業の売上高に対する営業利益の比率は前年に比べ2.7ポイント減少してマイナス3.0％と厳しい経営状況を示し，木材・木製品製造業と販売業の企業倒産件数は，平成10年に大幅に増加した。

は，どの程度の確からしさで全体を表現しているのかということも情報として記されるはずである。森林を適切に表現しようとする場合，自然の観察者としての私たちは，目的にもよるが，限りなく正確な測定を必要としているわけではない。むしろ，適正な精度で，より確からしい表現を許すサンプルの抽出に気を配る必要がある。また，サンプルを抽出する場合に，その表現しようとしている全体とは一体どの範囲をいうのかについて明確にする必要がある。計量的な調査であると否とにかかわらず，私たちはその辺をあいまいにしたまま議論していることがしばしばある。森林は広がりを持っていて，どこまでいっても均質というわけではない。むしろ不均質さが特徴ともいえるので，どこからどこまでがひとまとまりと見なせるかということは難しい問題である。

（いで　ゆうじ／東京大学大学院農学生命科学研究科生圏システム学専攻森圏管理学研究室教授）

このため，林野庁では，平成10年に①農林漁業信用基金が行う債務保証における無担保100％保証の拡大，②木材産業等高度化資金における経営安定のための融資の充実，を行った。さらに平成11年には，債務保証の拡大措置の延長，政府関係金融機関からの運転資金の活用や従業員の雇用維持のための雇用調整助成金制度等に関する周知と指導の徹底を行った。

このような対策を含む政府全体の景気対策により，平成11年の木材・木製品製造業と販売業の倒産件数（負債総額1千万円以上）は，対前年比34％減の469件。負債総額は対前年比36％減の1,678億円と，倒産件数，負債総額ともに前年に比べて大幅に減少した。

20年前～20年後

西暦2000年を迎え，思い起こすことは，今からちょうど20年前の1980年に，アメリカ合衆国政府が出した調査報告書『西暦2000年の地球』のレポートである。確か書籍としては，人口・資源・食糧編と環境編の2部編となっており，私にとっては当時ずいぶん高価な書籍であったとの記憶がある。

あれから20年，当時のレポート中の予測事項と現状とを詳しく対比していないが，私にとっての関心事項は，20年後の世界の森林資源をはじめとする地球環境がどのようになるのだろうか，また，わが国における森林・林業および木材産業もどのような状況下となっているのだろうかということであり，当時，一行政マンとして森林・林業関係に携わったばかりの私自身にとっては大きな関心事項であり，自分なりに予測したものであった。そして20年後の今日，世界の森林環境およびわが国の森林・林業の状況を整理してみると，予測事項と現状とが一致している事項，予測事項と現状とが当たらずとも遠からず一致している事項，予測と現状とがかい離している事項もあるのではないかと考えられるが，いずれ私なりに整理してみたいと考えている。

なれば，20年後の地球環境およびわが国の森林・林業・木材産業，さらには私たちの身近な生活環境等は一体どのようになっているだろうかと予測してみるものの，確たる絵は描けない。おそらく，その予測は20年前に描いた地球環境および日本の森林・林業の予測より，はるかに難しく予測しがたいものではないだろうかと思えてならない。

仮に地球環境の1つを取ってみても，もはや一国の一環境行政だけの問題にとどまらず，その背景および方向性を左右するファクターが，以前より増して内外の政治および経済的諸情勢等によって大きく左右される状況下にあること。また，このことは，わが国国内の環境行政においても同様であり，特に恵まれた自然環境等の条件下の中にあるわが国の森林・林業であっても，その担い手である地域住民およびその農山村地域における「業」としての成否が重要な要(かなめ)であるからである。

いずれにしても，一環境政策に携わる者として，わが国の森林・林業および木材産業を，今後，孫子にどのような形で残せるか，また，残すべきかは，宇宙船「地球号」の一乗組員である私たち自身の責務ではなかろうか。

（景観十年・風景百年・風土千年・環境万年）

（この欄は編集委員が担当しています）

●コラム●

〈東京都支部〉

シンポジウム 甦れ，東京の森林 開催

去る５月11日，東京・青山にある国連大学で，東京の木で家を造る会，ＮＰＯ森づくりフォーラム，国連大学高等研究所，東京都，(財)東京都農林水産振興財団の５団体が共催するシンポジウム『木は新エネルギー・甦れ，東京の森林 ─ＴＯＫＹＯゼロエミッションへの一歩』が開催された。

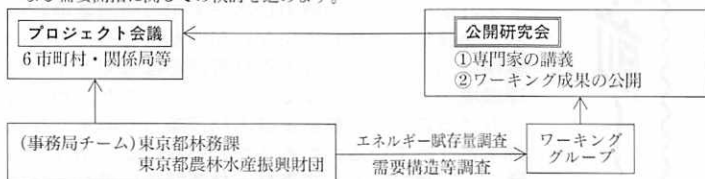
シンポジウムでは，山路敬三氏(日経連副会長)が「ＴＯＫＹＯゼロエミッション宣言」を，高見幸子氏(ＮＧＯナチュラル・ステップ・ジャパン副理事長)が「スウェーデン社会におけるエネルギー改革と林産業の位置付け」を，そして熊崎 實氏(木質バイオマス利用研究会代表)が「林業から見た木質バイオマスのエネルギー利用への可能性」を講演し，高見氏，熊崎氏，「東京の木で家を造る会」事務局長・稲木清貴氏，東京の林業家・原島幹典氏がパネラー，国連大学高等研究所・鵜浦真紗子氏をコーディネーターとしてパネルディスカッションが行われた。

●多摩地域における木質バイオマスエネルギー利用の事業化に向け，木質ペレットの製造および需要開拓に関しての検討を進めます。

プロジェクト会議
6市町村・関係局等

公開研究会
①専門家の講義
②ワーキング成果の公開

(事務局チーム)東京都林務課
東京都農林水産振興財団

エネルギー賦存量調査
需要構造等調査

ワーキング
グループ

●公開研究会では，木質バイオマスエネルギーの啓発普及とともに，地域住民，NPO，企業等の方々の参加を得て意見の集約を行います。ワーキンググループにもオブザーバーの参加を募ります。

▲図　東京都・木質バイオマスエネルギー利用プロジェクトの概要

本の紹介 BOOK

㈳全国林業改良普及協会 編

技術とデザイン
間伐材で創る公共空間

発行所：㈳全国林業改良普及協会
〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13三会堂ビル
☎03(3583)8461　FAX 03(3583)8465
2000年３月31日発行　Ａ４判，286頁
定価（本体5,600円＋税）

工法の図説類は，これまでも多くの図書が出版されているが，私の感じた本書の特色を列記させていただく。

①本書の中心となる事例編の前に，間伐材を生かすための景観・文化の視点に関する簡潔にして要領を得た解説が，後には耐久性から見た公共空間での木材利用のポイントが，それぞれ技術解説編として付されていること。書名にもあるように，豊富な事例集を「技術」と「デザイン」とでサンドイッチにし，趣旨のわかりやすい構成となっている。②豊富な事例編は，「山地で」「水辺で」「道で」「公園で」「生産の場で」と，施工場所別に分けられているので，実務者が参考にしたい工法を容易に探し出すことができること。③各事例は見開き２ページの中に，施工写真，定規図，材料表，そして解説(機能，目的，特徴，設計のポイント)などが見やすく配列されていること。④特に各施工写真をスケッチ化し，引出し線と吹出しを巧みに使った「工種のポイント」は，まさに「ワンポイント」をわかりやすく，的確に示したものとなっており，類書ではあまり見られない本書の大きな特徴の１つとなっている。⑤本書は全体を通じて余裕のあるレイアウトで，文章はあくまでも簡潔明瞭に要点を絞って書かれており，読みやすさにつながっている。⑥各事例には「事例紹介先」が明記されているので，現地を訪れてみたい場合や詳細を尋ねたい場合に重宝であること。

間伐材の木材利用法については，各公共機関で検討が進められてい

国連大学国際会議場でのシンポジウム

このシンポジウムは，東京都が現在策定作業中の「都民と創る産業振興ビジョン」で都民から政策提言を募ったことから始まった。山林労務に従事する稲木氏が提案した「多摩の山・再生プロジェクト」の中に，森林，林業，木材産業の再生の切り札として木質バイオマスのエネルギー利用を考えるものがあった。この提案にゼロエミッションを推進する国連大学高等研究所が関心を示し，国連大学でのシンポジウム開催となった。

ディスカッションでは，東京の荒れる森林の現状が報告され，しかしスウェーデンに学び，ゼロエミッションによる循環型社会の構築を目指して，まだまだ森林は捨てたものではないこと，木質バイオマスのエネルギー利用による新しい時代の主役となる可能性があることが確認された。

シンポジウム後の交流会では，都から「木質バイオマスエネルギー利用プロジェクト（図）」を立ち上げることが表明された。そして産業振興ビジョンには，森林は持続可能な東京を支えるかけがえのない資源と位置づけられ，木材と木質バイオマスを活用する林業の構築が盛り込まれる。

（東京都林務課／真田 勉）

る。本書では幅広い分野を取り上げており，実務者にとって大いに参考となる。

願わくば，今回紹介された事例について追跡調査を行い，5年後，10年後にその後の状況を再び紹介してもらいたい。また，過去に施工した事例編も扱ってもらえたらと思う。

（秋田県林務部森林土木課
調整・技術管理班主幹／高橋幸平）

●コラム●

林政拾遺抄

川上宣言（第3回オカミサミット）

平成11年6月17日，奈良県川上村で第3回オカミサミットが行われ，会の終わりに5項目の「川上宣言」を採択した。この宣言は，平成8年ここで行われた「全国川上サミット」で決議された宣言と同じで，水源地に位置し，林業を通して山と水を守ってきた町村が，これからも樹と水と人が共生する安心して住める豊かなふるさとをつくり，地球環境問題への明るい指針をつくろうとする「誓い」の言葉である。宣言は次のように述べる。

1.私たち川上は，かけがいのない水がつくられる場に暮らすものとして，下流にはいつもきれいな水を流します。
2.私たち川上は，自然と一体になった産業を育んで山と水を守り，都市にはない豊かな生活を築きます。
3.私たち川上は，都市や平野部の人たちにも，川上の豊かな自然の価値にふれあってもらえるような仕組みづくりに励みます。
4.私たち川上は，これから育つ子供たちが，自然の生命の躍動にすなおに感動できるような場をつくります。
5.私たち川上は，川上における自然とのつきあいが，地球環境に対する人類の働きかけのすばらしい見本になるように努めます。

宣言文にある「自然と一体になった産業を育み，水を守ろう」の思想は，今から100年前に，土倉庄三郎が呼びかけた考え方でもあった。彼は，「農民ノ大憂惧タル洪水，旱魃ヲ予防シテ被害ヲ去ル」ため，「不完全ナル山林ニ適当ナル樹樹ヲ施シ，荒廃セル原野ヲシテ善良ナル山林」に化そうと呼びかけている（「林政意見」，明治32年）。洪水と旱魃に悩まされ，それを避けようと神に祈ってきた農民たちに，美林を造ることによって解決しようと呼びかけたのである。この思想を川上宣言はあらためて宣言したのである。

今年の第4回サミットは埼玉県鶴ヶ島町で開催される（8月5，6日）。武蔵野での水神祀りの意味をあらためて私たちは考えたい。

（筒井迪夫）

鹿児島大学農学部演習林研究報告第 27 号
平成 11 年 12 月　鹿児島大学農学部附属演習林

(論文)
□1938 年 10 月鹿児島県大隅半島南部で発生した土砂災害
地頭薗　隆・下川悦郎・下山和久
□高隈演習林における降水とスギ林内雨および樹幹流の水質
井倉洋二・野下治巳
□鹿児島大学高隈演習林産材の流通に関する研究
上野大樹・枚田邦宏・前田利盛・松野嘉昭
□高隈演習林産スギ材の強度性能(Ⅰ)ー丸太のヤング係数と木取り位置による選別効果ー
寺床勝也・藤田晋輔・服部芳明
(資料)
□絶滅したと考えられていたハツシマラン(ラン科)の再発見
馬田英隆・横田昌嗣・前田利盛
□鹿児島大学高隈演習林における林分成長量試験地定期測定資料(Ⅳ)ー広葉樹学術参考保護林試験地の資料ー
寺岡行雄・原口竜成・吉田茂二郎
馬田英隆・前田利盛・井之上俊治
□鹿児島大学農学部附属高隈演習林気象報告（1998年)
地頭薗　隆・下川悦郎・寺本行芳
井倉洋二・馬田英隆
□鹿児島大学構内より出土した木杭の樹種同定
寺床勝也・藤田晋輔・服部芳明
□巨大ヤクスギ実生苗の植栽試験
前田利盛・日高安美・内原浩之
井之上俊治・松元正美・野下治巳
松野嘉昭・馬田英隆・井倉洋二
□環状剝皮によるスギ・ヒノキの密度管理試験
野下治巳・松元正美・井之上俊治・内原浩之
前田利盛・松野嘉昭・馬田英隆・井倉洋二

林業試験場成果報告第 12 号
平成 12 年 1 月　宮城県林業試験場

(成果報告)
□ヒノキ漏脂病の発生に関与する要因の解析と被害回避法の開発に関する調査
唐澤　悟・青木　寿・松野　茂
田代丈士・尾山郁夫
□次代検定林の生育状況（第 2 報）ースギ次代検定林 15 年目の調査結果からー
細川智雄
□地域産針葉樹中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発
江刺拓司・梅田久男・佐藤夕子
小関孝美・鈴木　登・伊藤彦紀
□スギ集成材の製造方法に関する試験
江刺拓司・梅田久男・佐藤夕子
小関孝美・鈴木　登・伊藤彦紀
□林業生産・森林管理の担い手の育成・定着と森林管理経営受託システムの構築に関する調査研究
水戸辺栄三郎
(特別寄稿)
□宮城県における森林，木材の地球温暖化防止に関する役割と今後の施策展開に関する検討
相澤孝夫
□伐採齢が高まると労働生産性は上がるか？　ースギ間伐における伐採齢と労働生産性の関係ー
相澤孝夫

筑波大学農林技術センター演習林報告第 16 号
平成 12 年 3 月　筑波大学農林技術センター

(論文)
□伊豆諸島におけるスダジイの果実サイズの地理的変異
上條隆志
□アカマツ高密度模型林における枝剪除処理が現存量・生産量・林内光環境に与える影響
荒木眞之
(資料)
□静岡県井川地域のさび菌類
柿嶌　眞・浅野　亘・阿部淳一
□筑波大学農林技術センター演習林気象報告（1998年）川上演習林
二田美穂・井出陽子
□同井川演習林
大坪輝夫・杉山昌典・井波明宏
□同筑波苗畑
井波明宏
□演習林報告（第 5 号～第 15 号）総目次

研究報告（林業部門）第 30 号
2000 年 3 月　長崎県総合農林試験場

□スギ・ヒノキ林におけるキバチ類の発生消長と被害実態
吉岡信一

鹿児島大学農学部　〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24　TEL.099-285-8515　FAX.099-285-8525
宮城県林業試験場　〒981-3602 宮城県黒川郡大衡村大衡字枛木 14　TEL.022-345-2816　FAX.022-345-5377
筑波大学農林技術センター　〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1　TEL.0298-53-2555　FAX.0298-53-6612
長崎県総合農林試験場（林業部）　〒854-0063 諫早市貝津町 3118　TEL.0957-26-3330　FAX.0957-26-9197

★ここに紹介する資料は市販されていないものです。必要な方は発行所へお問い合わせくださるようお願いいたします。

林業関係行事一覧

7　月

区　分	行　事　名	期　間	主催団体／会場／行事内容等
大　分	第48回全国乾椎茸品評会	開催中～7.15	日本椎茸農業協同組合連合会（東京都中央区日本橋室町3-3-4 ☎03-3270-6068）／大分県立総合文化センター（大分市高砂町2-33 ☎097-533-4000）／全国の椎茸生産者からの出品物を上位入賞品について全国レベルで競う。
募　集	南風の生活文化展・2000	募集中～8.15締切	「南風生活文化展・2000」実行委員会（鹿児島県姶良郡隼人町小田630 ☎0995-42-1148）／応募者の範囲：日本国内で活動するすべての個人とグループ。出品規定：①作者のオリジナル作品で未発表の作品，②破損・変形・変質のおそれの認められる作品は受け付けられません，③重量・大きさは日常の生活空間に適合することを原則とする。生活を「文化」としてとらえ，「こだわり」と「個性」を重視したアートを取り入れた新しい生活スタイルの提案を行う。
募　集	平成12年度山火事予防のポスター用原画および標語の募集	募集中～9.18締切	(財)林野弘済会（東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル6Ｆ ☎03-3816-2471）／応募資格：全国中学・高等学校の生徒ならびに一般（一般は標語のみ）。青少年に学校教育を通じて森林についての関心を高め，森林愛護の精神を育てていくために全国の中学・高等学校の生徒から山火事予防のポスター用原画と標語を募集する。
奈　良	奈良県林材まつり	開催中～11.15	奈良県森林組合連合会（奈良市 内侍原町6 ☎0742-26-0541）・奈良県木材協同組合連合会・奈良県木材青壮年団体連合会（両連合会とも橿原市 内膳町5-5-9 ☎0744-22-6281）・奈良県林業研究グループ連絡協議会（奈良市登大路町（県林政課内）☎0742-22-1101）／各行事により会場が異なるので主催者まで…／県産材，県外の銘木・一般素材ならびに製品を一堂に集め「木材展示即売会」および「児童・生徒木工工作展」等を実施。
奈　良	樹と水と人の共生フェスタ2000 in かわかみ	開催中～13.3.24	樹と水と人の共生フェスタ2000 in かわかみ実行委員会（奈良県吉野郡川上村迫1335-7 川上村役場産業振興課（事務局）☎07465-2-0111）／川上村一円／全日本そまびと選手権大会，エコロジー活動で講演会など開催。
大　分	2000年全国乾しいたけ振興大会	7.15～16	大分県（大分市大手町3-1-1 ☎097-536-1111）・大分市（荷揚町2-31 ☎097-534-6111）・日本椎茸農業協同組合連合会（東京都中央区日本橋室町3-3-4 ☎03-3270-6068）・全国椎茸生産団体連絡協議会（大分市春日浦843-69 ☎097-532-9141）・大分県椎茸農業協同組合（住所等前記の協議会と同じ）／大分県立総合文化センター（OASISひろば21）（☎097-533-4000）／乾しいたけ生産技術の向上ならびに乾しいたけの全国的消費宣伝を図るためパネルディスカッション等を開催。
秋　田	第11回緑の少年団全国大会	7.25～27	全国緑の少年団連盟・(社)国土緑化推進機構（東京都千代田区平河町2-7-5 ☎03-3262-8457）・秋田県緑の少年団連絡協議会・(社)秋田県緑化推進委員会・秋田県／秋田市（秋田県民会館），森吉町（奥森吉青少年野外活動基地）。詳細は主催者へお問い合わせを。／全国の緑の少年団が一堂に会し，自然の中での体験学習や共同生活を通じて相互の理解と連携を深める。
兵　庫	森のゼロエミッション交流フォーラム	7.27	兵庫県（神戸市中央区下山手通5-10-1 ☎078-341-7711 内線4124）／淡路夢舞台国際会議場（津名郡東浦町夢舞台１）／「森のゼロエミッション構想」の具体化に向け，自然資源の有効活用や循環型社会づくりを目指した取り組みを実践している自治体，企業，団体等の先進的な事例を紹介。
長　野	第16回環太平洋学生キャンプ	7.30～8.11	日本テレビ放送網(株)（東京都千代田区二番町14）・特定非営利活動法人環太平洋学生キャンプの会（東京都青梅市河辺町10-14-12）／長野県「国立信州高遠少年自然の家」，「国立オリンピック記念青少年総合センター」／環太平洋地域から集まった青少年に雄大な自然環境のもとで組織的なキャンプを経験させ，「友情・協力・奉仕」の精神の体得を図る。

8　月

区　分	行　事　名	期　間	主催団体／会場／行事内容等
北海道	第39回全国高等学校林業教育研究協議会総会ならびに研究大会	8.4～5	全国高等学校林業教育研究協議会北海道高等学校長協会農業部会（岩見沢市並木町1 北海道岩見沢農業高等学校☎0126-22-1904）／サンプラザ（岩見沢市4条東1 ☎0126-23-7788）／高等学校における林業教育の当面する諸問題について総合的な視野と専門的な立場に立って研究協議および情報交換を行う。
群　馬	平成12年度公開研修	8.21～10.6	(財)林業土木コンサルタンツ（東京都港区赤坂1-9-13 ☎03-3582-1955）／(財)林業土木コンサルタンツ技術研究所／都道府県等の森林土木技術者を対象に，公益的機能増進のための森林整備，環境影響評価，林道計画と施工技術，木造林道橋の設計と施工に関する専門的知識の習得を図る研修を行う。

日林協沖縄事務所が開所しました

さる6月15日に開所式を執り行い，日林協沖縄事務所が正式にスタートしました(所長：謝花喜績)。新設された沖縄事務所が加わり，本会の地方事務所は7箇所となります(右表参照)。本部ともども，会員の皆様にはご高配のほど，よろしくお願いいたします。

日林協地方事務所一覧

北海道事務所　(所長：中易紘一＝なかやす　こういち)
〒060-0004　札幌市中央区北4条西5丁目－1　北海道林業会館2階
TEL 011-231-5943，FAX 011-231-4192

東北事務所　(所長：増田　晃)
〒020-0024　盛岡市菜園1－3－6　農林会館8階
TEL 019-626-7616，FAX 019-652-3635

宮城事務所　(所長：小泉隆夫)
〒980-0863　仙台市青葉区川内追廻住宅525
TEL 022-227-0924

前橋事務所　(所長：木村征二)
〒371-0035　前橋市岩神町4－16－25　関東森林管理局内
TEL 027-235-0404，FAX 027-235-0400

大阪事務所　(所長：喜夛　弘(兼務))
〒540-0036　大阪市中央区船越町1－6－1　森研会館
TEL 06-6941-5862，FAX 06-6941-0224

九州事務所　(所長：中原英泰)
〒860-0081　熊本市京町本丁8－17　熊本林業土木会館2階
TEL 096-326-5381，FAX 096-326-5382

沖縄事務所《新設》　(所長：謝花喜績＝じゃはな　きせき)
〒901-2121　浦添市内間3－23－7
TEL 098-877-3864，FAX 098-877-3864

編集部雑記

アンケートお礼　昨年の6月から1年間，毎月支部幹事の皆様をはじめ多くの方々にご協力を賜った。締切りは無く，1週間で回答を頂いたものから3カ月後というものまで様々であったが，適宜集計したものは編集委員会で披露させて頂いた。ねぎらいも多く頂いたが，マンネリに対するご注意，記事に対する具体的なご提案等参考にさせて頂く点も多々あった。限られたスペース一杯のご意見，無記名にもかかわらず，ご署名頂いたものなど回収率の低さを補って余りあるものを得た。新鮮な刺激を大切にしたい。（カワラヒワ）

700号　折しも本誌では20世紀を回顧していますが，創刊号（当時は『こだま』)は79年前，大正11年7月に産声をあげ，以来，日本の林業発展に寄せる先輩たちの熱い息吹を伝えてきました。本会の苦難の前半史は3月号本欄で極々簡単に披露。では戦後に始まる後半史の中では，会員急増，毎号増部していったという時代もありました。国土の回復を図り，森林資源を充足させてきたわが国の林業に今厳しい試練の波が来ています。本誌がこの先1000号を迎える時，山村はどのような姿を見せているのでしょうか。（平成の玉手箱）

表紙写真裏話　古い写真で恐縮だが，伐木・集運材にちなんで雨宮21号を掲載した。もう10年も前の取材だから，果たして今も走っているのか，車両の現状はどうかなどを丸瀬布町役場に問い合わせたところ，取材当時と変わらぬ姿で元気だとのこと。そう聞いて驚いた。同機は車齢70年を優に超えているはずだからだ。堅牢さもさることながら，関係する方々の熱意がなければ維持できまい。写真の機関士さんが引退され，当時助手だった方が現在は加減弁を扱っていること，それが大きく変わった点のようだ。（山遊亭明朝）

協会のうごき

◎海外出張（派遣）
6/5～8/10，小原国際事業部長，吉村課長代理，ベナン国北部保存林森林管理計画調査，同国。
6/13～15，弘中理事長，インドネシア植林無償コンサルタント，同国。

◎業務研究発表会
6/16，於本会，本会職員17名がそれぞれの業務に関する研究成果を発表，研鑽を図った。

◎調査研究部関係業務
6/1，於南青山会館(東京)，「緑の回廊のモニタリング懇談会」。
6/12，於本会，「木炭等の畜産的利用方法に関する開発実証調査」平成12年度第1回検討委員会。

◎技術開発部関係業務
6/26，於本会，「バイオマス資源の利用手法に関する調査」委員会。
6/28，於本会，熱帯林管理情報システム整備調査」委員会。

◎番町クラブ6月例会
6/27，於本会，国際協力事業団森林・自然環境協力部次長＝宮川英樹氏を講師として，「森林・自然環境協力の現状と展望」と題する講演および質疑を行った。

☞ 本会支部連合会のお知らせがp.23にありますのでご参照ください。

林業技術　第700号　平成12年7月10日　発行
編集発行人　弘中義夫　印刷所　株式会社 太平社
発行所　社団法人 日本林業技術協会 ©
〒102-0085 東京都千代田区六番町7　TEL 03 (3261) 5281(代)
振替 00130-8-60448番　FAX 03 (3261) 5393(代)
【URL】http://www.jade.dti.ne.jp/~jafta
RINGYO GIJUTSU published by
JAPAN FOREST TECHNICAL ASSOCIATION
TOKYO JAPAN
〔普通会費 3,500円・学生会費 2,500円・終身会費(個人) 30,000円〕

測定ツールの新しい幕開け　スーパープラニクスにβ（ベータ）登場。

Not Just User Friendly.
Computer Friendly.

写真はスーパープラニクスβの標準タイプ

使いやすさとコストを追及して新発売！スーパープラニクスβ(ベータ)

← 外部出力付 →

標準タイプ………￥160.000
プリンタタイプ…￥192.000

検査済み±0.1%の高精度

スーパープラニクスβは、工場出荷時に厳格な検査を施していますので、わずらわしい誤差修正などの作業なしでご購入されたときからすぐ±0.1%の高精度でご使用になれます。

コンピュタフレンドリィなオプションツール

16桁小型プリンタ、RS-232Cインターフェイスケーブル、ワイヤレスモデム、キーボードインターフェイス、各種専用プログラムなどの充実したスーパープラニクスαのオプションツール群がそのまま外部出力のために使用できます。

測定操作が楽な直線補間機能とオートクローズ機能

豊富な機能をもつスーパープラニクスの最高峰 スーパープラニクスα(アルファ)

スーパープラニクスαは、座標、辺長、線長、面積、半径、図心、三斜（底辺、高さ、面積）、角度（2辺長、狭角）の豊富な測定機能や、コンピュータの端末デジタイザを実現する外部出力を備えた図形測定のスーパーディバイスです。

標準タイプ………￥198.000
プリンタタイプ…￥230.000

タマヤ計測システム 株式会社
〒104-0061 東京都中央区銀座 4-4-4 アートビル TEL.03-3561-8711　FAX.03-3561-8719

日林協の話題の本

■前橋営林局（現・関東森林管理局）編

オオタカの営巣地における森林施業 ―生息環境の管理と間伐等における対応―

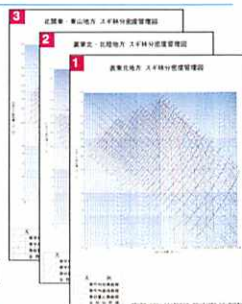
■A4判・152頁・カラー図版 ■定価（本体 4000円＋税）

- ●人工林や二次林に営巣することの多い猛禽類の特徴等をまとめ、どなたでも種を絞り込めるように識別点を解説！
- ●より多くの野生生物の生息環境を生み出すような人工林の管理について解説！
- ●英・米でのオオタカ生息地管理法を紹介しながら、わが国における林分管理方法を検討！
- ●間伐を中心に、実際に施業を実施する際に注意すべきことをマニュアル化！

好評 人工林林分密度管理図

林野庁監修　（待望の復刻・全22図／解説書付）

●昭和53～62年にかけて製作された『人工林林分密度管理図』――スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、広葉樹（ナラ類・クヌギ）の5樹種を対象として地域別に作られ（全22図）、わが国の森林整備における基礎的技術資料としてさまざまな分野で使用されています。特に間伐の実行に有力な判断材料を提供します。■定価（セット価格）（本体2000円＋税）・〒料別

■各図A4シート・ホルダーケース入（解説書付）

開発援助に携わる人々の必読書。授業教材としても高い評価。
関係国でも多くの翻訳――待望の日本語版登場！
マイケル・M・チェルネア編／"開発援助と人類学"勉強会 訳

開発は誰のために

● 援助の社会学・人類学 ●

Putting People First Sociological Variables in Rural Development

Ｂ５判，408頁，定価（本体 3500円＋税）

本書の構成…日本の自然・動植物。森林帯とその特徴。日本の森林の歴史。所有形態・管理・法体制等。日本の人工林。木材の需給。木材産業。参考文献。日本産樹種呼び名対照表など。

THE FORESTS OF JAPAN 英語版

Jo SASSE ジョー・サッセ
オーストラリア ビクトリア州天然資源環境省・林木技術センター主任研究員。農学博士

Ｂ５変型　80頁　定価（本体 1000円＋税）

森林の地理情報システム（GIS）はここまで来ている！各界に大きな反響！好評発売中！

森林 GIS 入門 ―これからの森林管理のために―

■木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原　哲 共著。

■Ａ４変型　120頁　定価（本体 2400円＋税）

先の『林業白書』でも森林 GIS を紹介。
新しい時代の森林管理・森林情報とは。

お求めは……　社団法人　日本林業技術協会 事業部まで

〒102-0085 東京都千代田区六番町7　TEL. 03-3261-6969　FAX.03-3261-3044
図書のお求めは書名・冊数・送付先・電話・氏名を明記のうえ FAX でどうぞ。

日林協の〈刊行物・ビデオ・物品等の総合目録〉がございます。ご利用ください（事業部）

東京書籍発行の好評森の普及書シリーズ　四六判、日林協編

●これらの図書は、書店でお求めいただくか直接東京書籍までご注文ください。

◆東京書籍株式会社　〒114-8524　東京都北区堀船 2-17-1　☎ 03-5390-7531　FAX 同 7538

好評既刊（価格は本体価格です）

- 『森林の 100 不思議』217 頁、981 円、1988
- 『森と水のサイエンス』176 頁、1,000 円、1989
- 『土の 100 不思議』217 頁、1,000 円、1990
- 『森の虫の 100 不思議』217 頁、1,165 円、1991
- 『続・森林の 100 不思議』219 頁、1,165 円、1992
- 『熱帯林の 100 不思議』217 頁、1,165 円、1993
- 『森の動物の 100 不思議』217 頁、1,165 円、1994
- 『木の 100 不思議』217 頁、1,165 円、1995
- 『森の木の 100 不思議』217 頁、1,165 円、1996
- 『きのこの 100 不思議』217 頁、1,200 円、1997
- 『森を調べる 50 の方法』239 頁、1,300 円、1998
- 『森林の環境 100 不思議』215 頁、1,300 円、1999

◀『里山を考える 101 のヒント』2000 年発行、本体 1,300 円＋税、224 頁

平成十二年七月十日発行
昭和二十六年九月四日 第三種郵便物認可（毎月一回十日発行）
林業技術 第七〇〇号
定価四四五円（会員の購読料は会費に含まれています）送料八五円